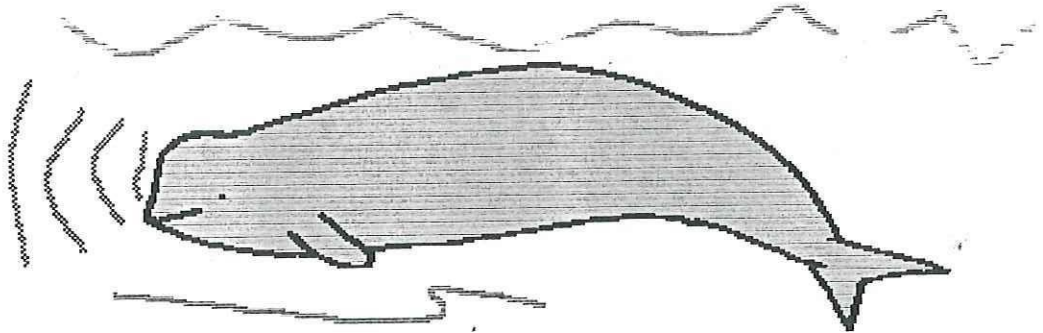


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

CETÁCEOS ODONTOCETOS FÓSILES DE LA FORMACIÓN ALMEJAS INFERIOR (MIOCENO TARDÍO) EN ISLA CEDROS, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.



TESIS
QUE PARA OBTENER
EL TÍTULO DE OCEANÓLOGO
PRESENTA
JUAN GABRIEL FLORES TRUJILLO

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MAYO DE 1998

**CETÁCEOS ODONTOCETOS FÓSILES DE LA
FORMACIÓN ALMEJAS INFERIOR (MIOCENO
TARDÍO) EN ISLA CEDROS, BAJA CALIFORNIA,
MÉXICO.**


Tesis que para obtener el Título de Oceanólogo presenta:

Juan Gabriel Flores Trujillo.


Aprobada por:



M.C. Francisco Javier Aranda Manteca
Director de Tesis



Dr. Lawrence G. Barnes
Sinodal



M.C. Gustavo Alejandro Gascón Romero
Sinodal

DEDICATORIA

En el momento de escribir esta parte del trabajo, recuerdo todo el tiempo que estuve pensando en estudiar la carrera de Oceanología y también recuerdo el pensar siempre el esfuerzo que significaría, no sólo para mí, sino también para mi familia. Durante los nueve semestres que duró la carrera, sólo un pensamiento cruzaba por mi mente, "terminar".

Al presentar este trabajo concluye un gran esfuerzo realizado por mis padres, ofrecer una carrera a sus hijos. Y termina una parte de la vida, para continuar con otra.

Es por eso que dedico este trabajo y esta parte de mi vida a las personas de quienes más he aprendido:

A mis padres: Juan Flores Méndez y Victoria Trujillo Juárez...

**...Será sólo estar en la arena del tiempo,
Un pequeño instante de un mar de desierto.**

AGRADECIMIENTOS

Esta parte del trabajo es quizás una de las que más trabajo cuesta redactar, por que tienes que recordar a todas las personas a quien agradeces, el haber aportado con algo, o haber aportado con sus conocimientos vertidos en tí para la elaboración de este trabajo.

Por esto agradezco a todas las personas con las que he convivido, a mis amigos y maestros, pues cada una contribuyó de alguna manera, en el fortalecimiento de mis ideas. Muy especialmente quiero agradecer a:

- Leoncio Ruiz, por tantas y tantas enseñanzas de la vida.
- Jose Villalpando, por las travesías en la montaña.
- Francisco Javier Aranda Manteca, por todos los conocimientos de paleontología, de oceanología y del arte de asechar; además por haber sido el maestro de quien más he aprendido.
- Gustavo Alejandro Gascón Romero, por los grandes conocimientos que hemos adquirido sobre la marcha y por lo específico de tus correcciones, no sólo en este trabajo.
- Manuel Moreno, por haberme convencido de continuar con este esfuerzo y por ser la persona más sencilla que conozco.

Y muy especialmente quiero agradecer a la persona que más he llegado a conocer, quien ha despertado en mí la sed por el conocimiento de todas las cosas y por tener gran paciencia conmigo. Nancy muchas gracias por todo.

RESUMEN

Se describen 25 especímenes de cetáceos odontocetos para la Formación Almejas inferior (Mioceno Tardío), Baja California, México. Los cuales se asignan a especies de las superfamilias Delphinoidea y Physeteridea, exclusivamente.

La superfamilia Delphinoidea tiene representantes, en Isla Cedros, de tres familias: la Phocoenidae, la Monodontidae y la Albireonidae. Las especies relacionadas a estas familias, indican que los depósitos sedimentarios de la Formación Almejas inferior, corresponden a ambientes costeros, de plataforma angosta y que posiblemente cercano un cañón submarino.

Doce especímenes están relacionados con la familia Phocoenidae, subfamilia Phocoeninae, se reportan cuatro morfotipos los cuales se agrupan con *Phocoena phocoena* y con *Phocoena sinus*; se encontró a la subfamilia Phoenoidinae con un morfotipo, estrechamente relacionado con *Australophocoena dioptrica*. Por lo que esta familia es la más abundante y diversa.

Cuatro especímenes se relacionan con el género *Piscolithax*, de los cuales uno pertenece a la especie *Piscolithax boreios* y los otros corresponden a tres morfotipos del mismo género. Tres especímenes del género *Albireo*, extremadamente parecidos, se asignan a la especie *Albireo whistleri*. Se reconoce la asociación entre, *Piscolithax* y *Albireo*, suponiendo un antepasado común, por lo que se propone se agrupen en una misma subfamilia aún no nombrada.

Cinco espécimen se asignan a la Familia Monodontidae, de los cuales tres pertenecen a la especie *Denebola brachycephala* y dos corresponden a dos morfotipos del mismo género. Estas especies se relacionan con la subfamilia aún no descrita, que contiene a los géneros *Piscolithax* y *Albireo*, por lo que se propone que estos tres grupos formen dos subfamilias, de una familia aún no descrita.

La fauna de odontocetos descrita para la Formación Almejas inferior (Mioceno Tardío) en Isla Cedros, Baja California, México; al ser comparada con las faunas de odontocetos de la Formación Calbert, Maryland y Virginia E.U.A. y los depósitos sedimentarios marinos de la capa de huesos subyacente a Sharktooth Hill en Kern County, California E.U.A.; no mostraron tener relación, infiriendo que posiblemente correspondan a diferentes ambientes sedimentarios.

INDICE

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Indice.....	iv
Lista de Figuras.....	v
Lista de Tablas.....	x
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- ANTECEDENTES.....	12
III.- OBJETIVO.....	20
IV.- DESCRIPCION DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	20
V.-METODOLOGIA.....	25
5.1.- Trabajo de campo.....	25
5.11.- Prospección	
5.12.- Extracción	
5.13.- Registro	
5.2.- Trabajo de laboratorio.....	29
5.21.- Restauración	
5.22.- Descripción morfológica	
5.23.- Medición morfométrica	
5.24.- Comparación taxonómica	
5.25.- Análisis filogenético	
VI.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	43
VII.- RESULTADOS.....	44
Paleontología Sistemática	
VIII.- DISCUSIONES.....	98
Aspectos Generales	
Relaciones Filogenéticas	
Relación con otras Formaciones	
IX.- CONCLUSIONES.....	125
X.- REFERENCIAS.....	128
XI.- ANEXO.....	133

LISTA DE FIGURAS

- 1.- Los mesoníchidos, un grupo extinto de animales terrestres del Paleoceno y Eoceno (Harrison, 1998), que son los posibles ancestros de las ballenas.....2
- 2.- Relaciones filogenéticas de los cetáceos. Los caracteres morfológicos derivados que comparten los odontocetos y los misticetos demuestran que tenían un linaje único en común. Barnes et al 1985.....4
- 3.- Uno de los principales caracteres en la evolución de los cetáceos fue la telescopización; a) Mesonichiidae; b) Protocetidae; c) Durodontidae; d) Squalodontidae; y e) Delphinidae (Tomado de Linehan, 1979).....5
- 4.- Superfamilias de odontocetos: a) Squalodontoidea (Kellog, 1936); b) Platanistoidea; c) Delphinoidea; d) Physeteroidea; y e) Ziphoidea (tomadas de Jefferson, 1993).....8
- 5.- Área de estudio (tomada de Aranda-Manteca, en preparación).....21
- 6.- Mapa geológico de Isla Cedros, Baja California, México (tomada de Kilmer, 1984).....23
- 7.- Arroyos de colecta (tomada de Aranda-Manteca, en preparación).....24
- 8.- Unidades estratigráficas de la Formación Almejas (tomada de Aranda-Manteca, en preparación).....26
- 9.- Medidas descriptivas craneales propuestas por Perrin, 1975.....35
- 10.- Medidas descriptivas vertebrales propuestas por Perrin, 1975.....36

11.- Medidas descriptivas de las costillas propuestas por Perrin, 1975.....	37
12.- Medidas descriptivas del esternón propuestas por Perrin, 1975.....	39
13.- Medidas descriptivas de la escápula, del húmero, de la ulna, del cúbito y de las falanges propuestas por Perrin, 1975.....	41
14.- Periótico de odontoceto (tomada de Barnes y Mitchell, 1984, en Aranda-Manteca, 1994).....	42
15.- Vista cerebral de los huesos perióticos morfotipos I y III de la Familia Phocoenidae. Línea superior de izquierda a derecha, periótico izquierdo UABC FCM 2154, y periótico derecho UABC FCM 2155, morfotipo III. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 0073, y periótico derecho UABC FCM 2156, morfotipo I.....	52
16.- Vista ventral de los huesos perióticos morfotipos I y III de la Familia Phocoenidae. Línea superior de izquierda a derecha, periótico izquierdo UABC FCM 2154, y periótico derecho UABC FCM 2155, morfotipo III. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 0073, y periótico derecho UABC FCM 2156, morfotipo I.....	53
17.- Vista cerebral de los huesos perióticos morfotipos II y IV de la Familia Phocoenidae. Línea superior de izquierda a derecha, periótico derecho UABC FCM 2152, y periótico derecho UABC FCM 2157, morfotipo II. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 2153, morfotipo II ; periótico izquierdo UABC FCM 2158, y periótico derecho UABC FCM 2159, morfotipo IV.....	56

- 18.- Vista ventral de los huesos perióticos morfotipos II y IV de la Familia Phocoenidae. Línea superior de izquierda a derecha, periótico derecho UABC FCM 2152, y periótico derecho UABC FCM 2157, morfotipo II. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 2153, morfotipo II ; periótico izquierdo UABC FCM 2158, y periótico derecho UABC FCM 2159, morfotipo IV.....57
- 19.- Vista lateral interna de la mandíbula UABC FCM 2153, morfotipo II de la familia Phocoenidae.....59
- 20.- Vista cerebral de los huesos perióticos morfotipo V de la Familia Phocoenidae. De izquierda a derecha, periótico derecho UABC FCM 2151, periótico izquierdo UABC FCM 2161 y periótico derecho UABC FCM 2160.....67
- 21.- Vista ventral de los huesos perióticos morfotipo V de la Familia Phocoenidae. De izquierda a derecha, periótico derecho UABC FCM 2151, periótico izquierdo UABC FCM 2161 y periótico derecho UABC FCM 2160.....68
- 22.- Vista cerebral de los huesos perióticos del género *Piscolithax* (línea superior) y de la Familia Albireonidae (línea inferior). Línea superior de izquierda a derecha, periótico izquierdo UABC FCM 2164, *aff Piscolithax boreios*; periótico derecho UABC FCM 2162, morfotipo I; y periótico derecho UABC FCM 1984, morfotipo II. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 2166, periótico izquierdo UABC FCM 1985, y periótico derecho UABC FCM 2167.....74
- 23.- Vista ventral de los huesos perióticos del género *Piscolithax* (línea superior) y de la Familia Albireonidae (línea inferior). Línea superior de izquierda

a derecha, periótico izquierdo UABC FCM 2164, aff <i>Piscolithax boreios</i> ; periótico derecho UABC FCM 2162, morfotipo I; y periótico derecho UABC FCM 1984, morfotipo II. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 2166, periótico izquierdo UABC FCM 1985, y periótico derecho UABC FCM 2167.....	75
24.- Vista dorsal del cráneo UABC FCM 1969, aff <i>Denebola brachycephala</i>	82
25.- Vista ventral del cráneo UABC FCM 1969, aff <i>Denebola brachycephala</i>	83
26.- Vista cerebral de los huesos de la Familia Monodontidae. Línea superior de izquierda a derecha, periótico derecho UABC FCM 2168, morfotipo II; y periótico derecho UABC FCM 2163, morfotipo I. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 2165, periótico del Holotipo de <i>Denebola brachycephala</i> ; y periótico derecho UABC FCM 1968.....	84
27.- Vista ventral de los huesos de la Familia Monodontidae. Línea superior de izquierda a derecha, periótico derecho UABC FCM 2168, morfotipo II; y periótico derecho UABC FCM 2163, morfotipo I. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 2165, periótico del Holotipo de <i>Denebola brachycephala</i> ; y periótico derecho UABC FCM 1968.....	85
28.- Vista lateral externa de la mandíbula 1968, aff <i>Denebola brachycephala</i>	89
29.- Vista lateral interna de la mandíbula 1968, aff <i>Denebola brachycephala</i>	90

30.- Número de especímenes fósiles de odontocetos de la Formación Almejas inferior, colectados en las campañas 92, 93 y 94, de acuerdo a la sistemática.....	101
31.- Especies de la superfamilia Delphinidae reportadas en la Formación Almejas inferior (Mioceno Tardío) en las campañas 92, 93 y 94.....	102
32.- Diagrama de agrupación tipo cluster, con las características de los perióticos de los odontocetos fósiles, reportados en la Formación Almejas inferior (Mioceno Tardío) en las campañas 92, 93 y 94.....	110
33.- Diagrama de árbol representativo de las relaciones sistemáticas de los odontocetos reportados para la Formación Almejas inferior (Mioceno Tardío) en las campañas 92, 93 y 94.....	120
34.- Especies por familia de odontocetos reportados en Sharktooth Hill y la Formación Almejas inferior.....	123

LISTA DE TABLAS

I.- Especies de Vertebrados Marinos colectados en el Miembro Inferior de la Formación Almejas (Mioceno Tardío) en Isla Cedros, Baja California, México, reportadas por Hernández-Rosado(1995).....	13
II.- Odontocetos descritos para la Formación Calvert (Mioceno Medio) recopilación de Hopkins en 1904.....	15
III.- Lista de los odontocetos fósiles encontrados en la capa hueso (boned bed) Sharktooth Hill en Kern County, Ca. U.S.A.(Barnes, 1994).....	19
IV.- Medidas craneales utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos (Perrin, 1975).....	32
V.- Medidas de las vértebras utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos (Perrin, 1975).....	33
VI.- Medidas de las costillas utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos (Perrin, 1975).....	34
VII.- Medidas del esternón utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos (Perrin, 1975).....	38
VIII.- Medidas de los huesos chevron utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos (Perrin, 1975).....	38
IX.- Medidas de la escápula, del húmero, de la ulna, del cúbito y de las falanges utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos (Perrin, 1975).....	40
X.- Medidas de los huesos periótricos utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos.....	40

XI.- Partes esqueléticas de los especímenes de odontocetos descritos para la Formación Almejas inferior, de Isla Cedros, Baja California, México.....	45
XII.- Partes esqueléticas de las especies indeterminadas de odontocetos en la Formación Almejas inferior, de Isla Cedros, Baja California, México.....	46
XIII.- Morfometría de los cráneos de odontocetos, colectados en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior, de Isla Cedros, Baja California, México.....	50
XIV.- Morfometría de los huesos perióicos de la subfamilia Phocoeninae, colectados en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior, de Isla Cedros, Baja California, México.....	51
XV.- Morfometría de las mandíbulas de odontocetos, colectadas en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior, de Isla Cedros, Baja California, México.....	58
XVI.- Morfometría de las vértebras de odontocetos, colectadas en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior, de Isla Cedros, Baja California, México.....	61
XVII.- Morfometría de los huesos perióicos del género <i>Piscolithax</i> , colectados en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior, de Isla Cedros, Baja California, México.....	73
XVIII.- Morfometría de la escápula del morfotipo III del género <i>Piscolithax</i> , colectada en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior, de Isla Cedros, Baja California, México.....	78

XIX.- Morfometría de los huesos perióticos de las familias Monodontidae y Albireonidae, colectados en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior, de Isla Cedros, Baja California, México.....	81
XX.- Comparación de las especies de odontocetos reportadas por Barnes en 1984b, Hernández-Rosado en 1995 y el presente trabajo, para la Formación Almejas inferior, en Isla Cedros, Baja California, México.....	104
XXI.- Características descriptivas de los perióticos de la familia Phocoenidae.....	109
XXII.- Características descriptivas de los perióticos del género <i>Piscilithax</i>	114
XXIII.- Características descriptivas de los perióticos de las familias Monodontidae y Albireonidae Phocoenidae.	116
XXIV.- Comparación de las especies de odontocetos reportadas en los depósitos sedimentarios de Sharktooth Hill en kern County, California, E.U.A. y la Formación Almejas inferior, en Isla Cedros, Baja California México.....	121

I.- INTRODUCCIÓN

La readaptación de los vertebrados a la vida acuática está documentada en la historia de la Tierra. Durante la Era Mesozoica, 230 a 65 millones de años atrás, algunos reptiles tuvieron una subsecuente adaptación a vivir en el océano, como el plesiosaurio, el mosasaurio y el ictiosaurio, los cuales estaban provistos de dientes especializados para comer peces y por otra parte las tortugas también logran su adaptación acuática. También otros reptiles como cocodrilos e iguanas se adaptaron a las condiciones de vida acuática. Más recientemente los mamíferos se adaptan a la vida acuática, las ballenas, las focas, los lobos marinos, los sirenios y los desmostilianos invaden el océano. Subsecuentemente varios tipos de carnívoros y algunas aves tienen adaptaciones para la vida en el mar. Se adaptan a vivir del mar. Las ballenas tienen la base anatómica y fisiológica de otros mamíferos, lo que indica que son parte del grupo de los mamíferos placentarios (Euterios) (Barnes, 1984a).

A través del estudio paleontológico de los restos fósiles, se pueden detectar los cambios y adaptaciones en la anatomía del esqueleto de los cetáceos, sugiriendo que provienen de un ancestro común. Una familia de mamíferos muestra que el origen de los cetáceos está en los mesoníchidos, un grupo extinto de animales terrestres del Paleoceno y Eoceno (Figura 1). Registros fósiles encontrados en depósitos de ríos y lagunas, sugieren que una variedad de mesoníchidos evolucionó en dirección a una existencia acuática (Barnes, 1984a).

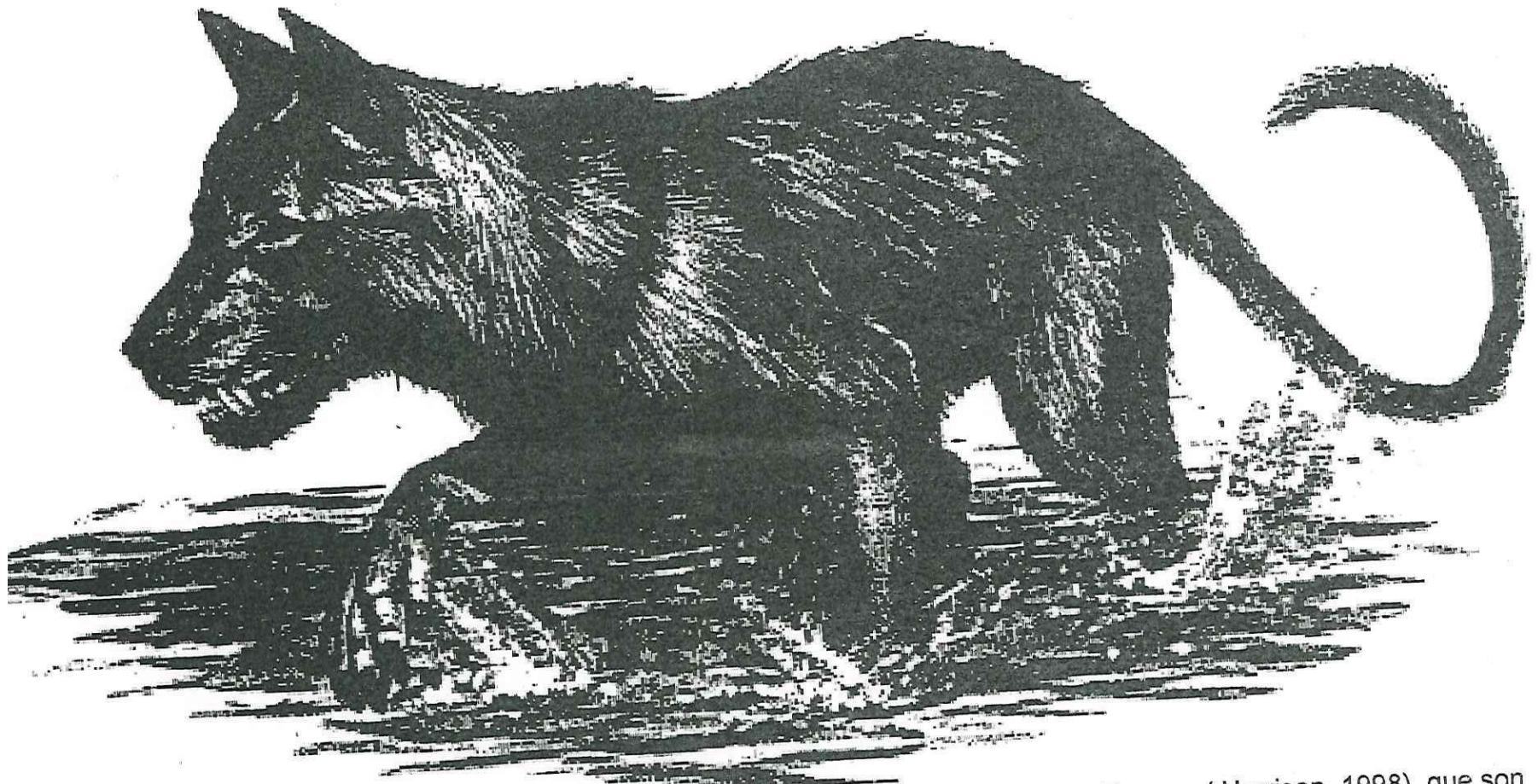


Figura 1.- Los mesoníchidos, un grupo extinto de animales terrestres del Paleoceno y Eoceno (Harrison, 1998), que son los posibles ancestros de las ballenas.

El Orden Cetácea es el grupo más primitivo y más diverso de mamíferos que se ha adaptado a una existencia marina. El primer registro fósil de los cetáceos aparece en depósitos del Eoceno Medio en Pakistán y se nombro *Pakicetus inachus* Gingerich and Russell, 1990.

En la clasificación taxonómica el Orden Cetácea está dividido en tres subórdenes: Archaeoceti (Cetáceos primitivos), que está limitado al Oligoceno; Mysticeti (ballenas barbadas), del Oligoceno al Reciente; y Odontoceti (ballenas dentadas), del Oligoceno al Reciente (Carroll, 1988).

Los odontocetos y misticetos tienen una considerable diversificación durante el Oligoceno y difieren en muchos rasgos morfológicos a los especies actuales. Unos autores sugieren que sus linajes se desarrollaron separadamente de antepasados terrestres distintos (Van Valen, 1968). Barnes et al (1985b) señala varios caracteres morfológicos derivados que comparten ambos grupos y que demuestran que tenían un linaje único en común (Figura 2). El cráneo presenta un complicado proceso llamado de telescopización (Figura 3). Aunque ambos subórdenes lograron una telescopización diferenciada del cráneo, los odontocetos tuvieron el cambio más eminente en la extensión delantera de los huesos del occipital hacia la cuenca del cráneo (Barnes et al, 1984a).

Los Odontocetos actuales son cetáceos que tienen un tamaño que va de pequeño a mediano (1.5 a 8 m), con excepción de los cachalotes que son los de mayor talla (15 m). Algunas especies se caracterizan por tener un dimorfismo

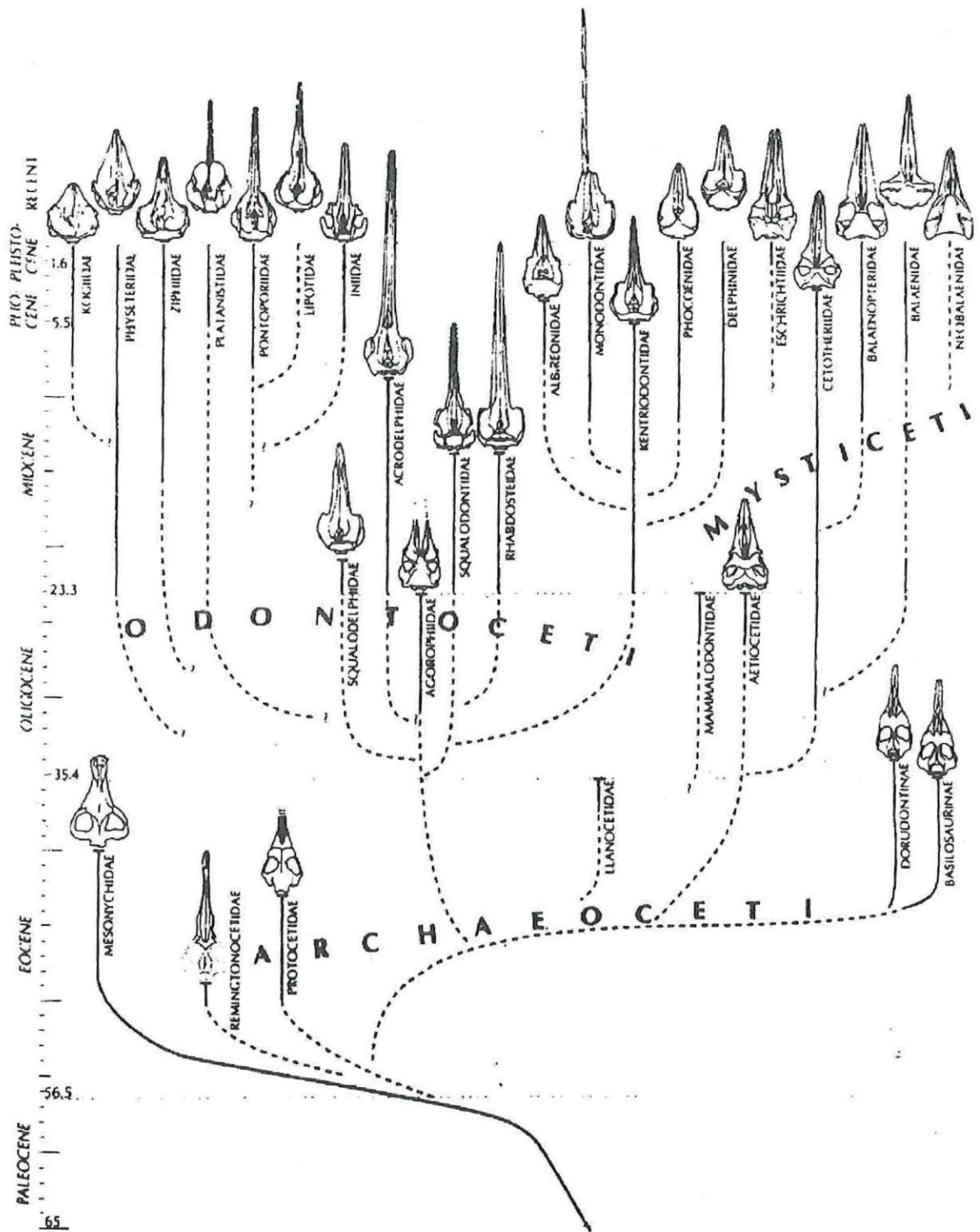


Figura 2.- Relaciones filogenéticas de los cetáceos. Los caracteres morfológicos derivados que comparten los odontocetos y los misticetos demuestran que tenían un linaje único en común. Barnes et al 1985

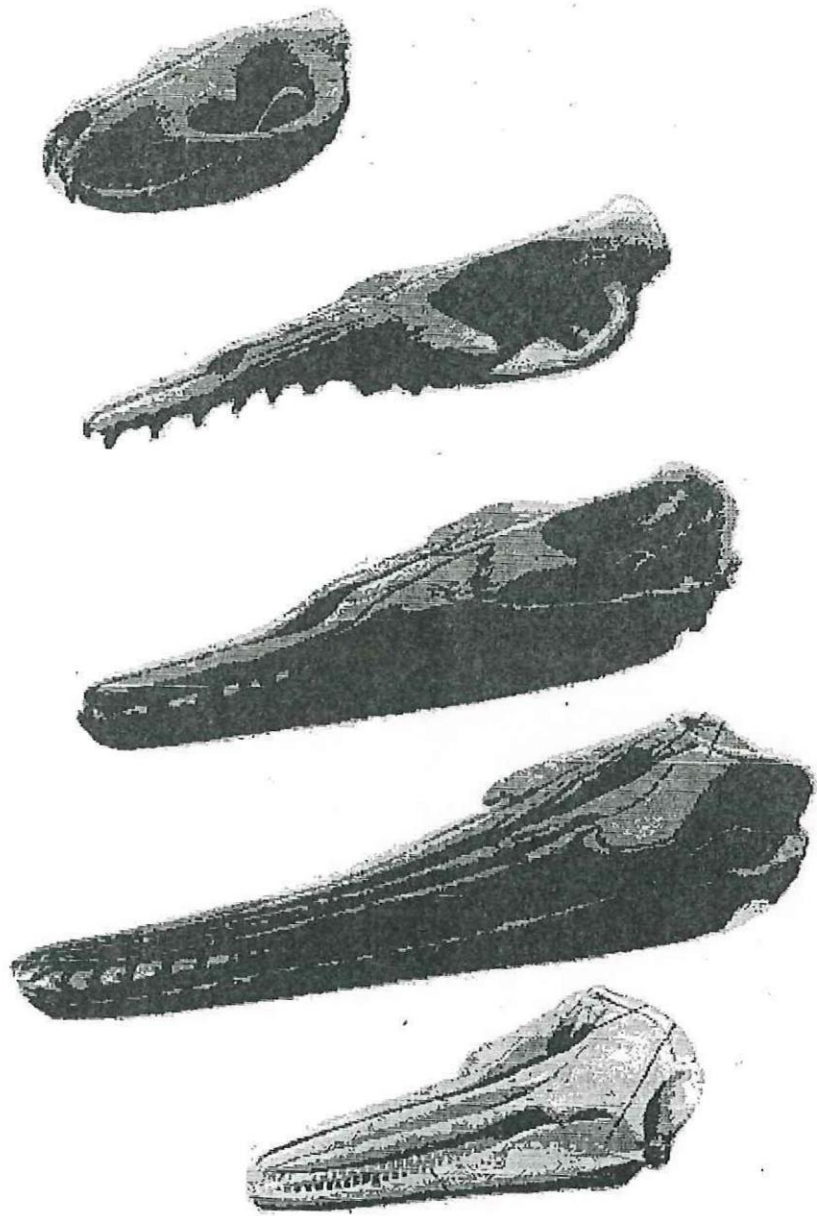


Figura 3.- Uno de los principales caracteres en la evolución de los cetáceos fue la telescopización; a) Mesonichiidae; b) Protocetidae; c) Durodontidae; d) Squalodontidae; y e) Delphinidae (Tomado de Linehan, 1979)

sexual dominante, el cráneo es asimétrico, generalmente la boca es pequeña, angosta y contienen dientes durante toda su vida (no siempre en especies fósiles); en algunas especies, los dientes sólo se muestran en machos y no sobrepasan de la encía en las hembras, el número de dientes, tamaño y forma de éstos es variable y son empleados para identificación. Tienen una apertura nasal externa, es decir, las dos pasajes nasales del cráneo se unen formando un sólo nostrilo o narina externa. Presenta un perfil cóncavo, un esternón con tres o más partes y un sistema de ecolocalización (Jefferson et al, 1993).

El sistema de ecolocalización de los odontocetos está formado por sacos nasales y un órgano adiposo colocado en la sección delantera del cráneo, llamada: el melón. La hipótesis que mayormente es utilizada para explicar su funcionamiento es: que emiten sonidos especializados y posteriormente reciben y procesan. Estos sonidos son utilizados para la navegación, la búsqueda y localización de alimento y con el fin de evitar predadores (Barnes, 1984a; Barnes en Carroll, 1988:525).

El sonido se origina en la parte dorsal de los sacos nasales (Barnes Com.Pers). De ahí las vibraciones son radiadas horizontalmente, siendo modificadas por el ancho de la base del rostrum y verticalmente por el grosor del rostrum y por la focus del melón.

Los odontocetos utilizan un modo primitivo para alimentarse, empleado por los archaeocetos, donde realizan la selección y captura individual de la presa. Los dientes son la herramienta utilizada en la captura de sus presas

resbaladizas (Fordyce and Barnes, 1994). Los odontocetos primitivos muestran heterodoncia marcada, en cambio las modernas ballenas dentadas tienden hacia una simplificación de la forma del diente con una raíz simple y una corona cónica (homodoncia), además de un aumento en el número de dientes (polidoncia). Algunos odontocetos sumamente evolucionados tienden a la pérdida o reducción de la dentición, otros han desarrollado dientes especializados con esmalte rugoso o dientes en forma de colmillos (Carroll, 1988).

Podemos agrupar a los odontocetos en cinco superfamilias, cada una representa una radiación mayor (Figura 4), y que puede ser caracterizada por el desarrollo de un tipo diferente de asimetría craneal (Barnes, 1984).

La superfamilia Squalodontoidea (Brandt, 1872) Simpson, 1945 (Figura 4a), incluye a cuatro familias del Oligoceno y el Mioceno Temprano, que producirá los linajes de todos los grupos modernos de odontocetos. La familia más primitiva es el Agorophiidae Abel, 1913; que es el intermedio morfológico entre arqueocetos y los odontocetos primitivos más avanzados. El cráneo muestra sólo un grado limitado de telescopización, los dientes de la mejilla son múltiples y tienen dentículos adicionales (Truel, 1907).

En otra familia, la Squalodontidae Brandt, 1872, el cráneo está totalmente telescopizado, con los orificios nasales entre los orbitales, se elimina el parietal de la cima del cráneo y la maxila se pone en contacto con el supraoccipital. Los dientes de la mejilla, aunque aumentan en número, retienen su configuración

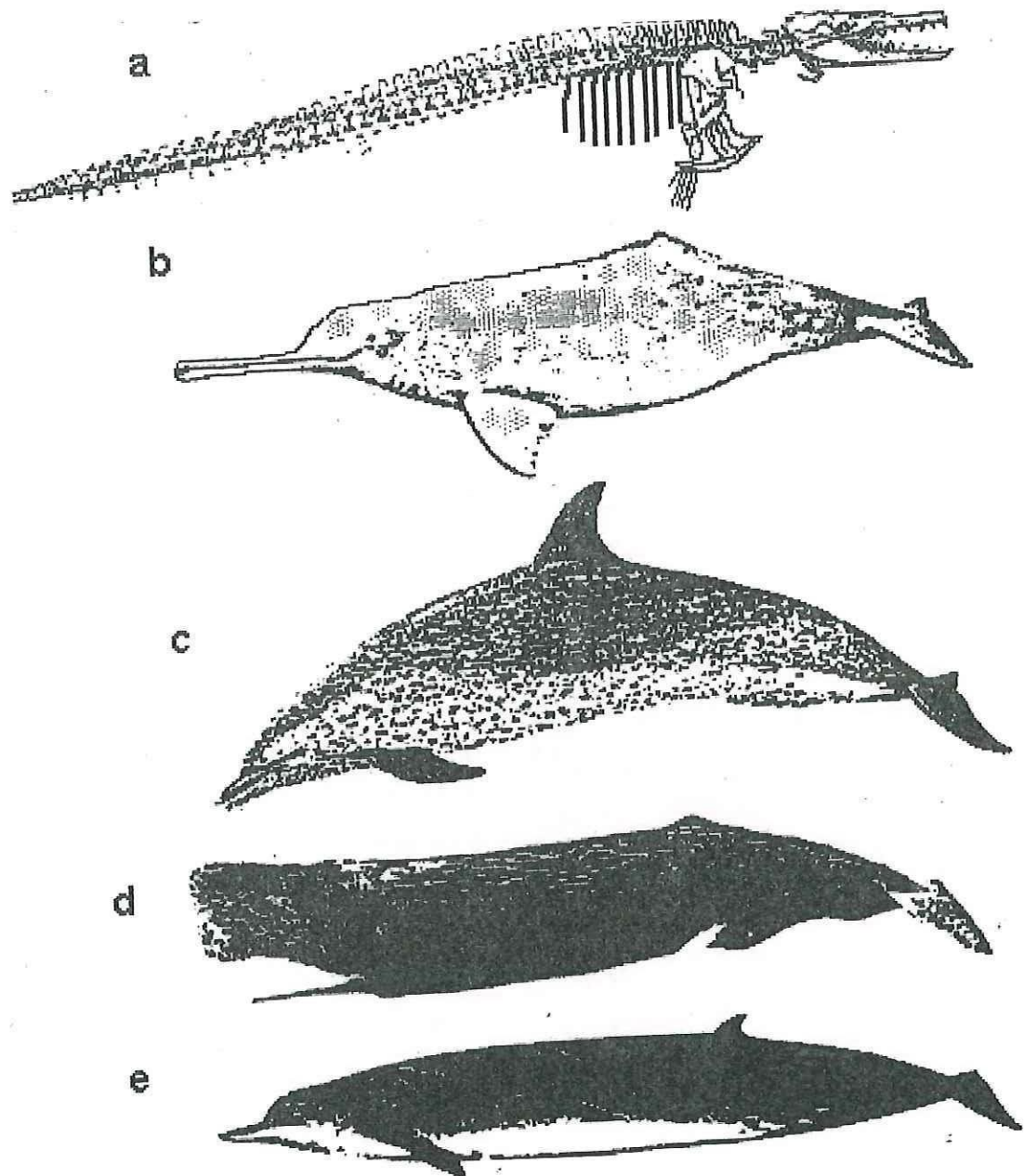


Figura 4.- Superfamilias de odontocetos: a) Squalodontoidea (Kellog, 1936); b) Platanistoidea; c) Delphinoidea; d) Physeteroidea; y e) Ziphioidea (tomadas de Jefferson, 1993)

primitiva triangular (Barnes, 1984; Barnes et al, 1985).

La familia extinta Rhabdosteidae Gill 1871, tenía un hocico largo y sus dientes se habían reducido todos a clavijas simples. La familia Squalodelphidae Dal Piaz, 1916, ya había alcanzado un cráneo asimétrico durante el Mioceno temprano (Barnes, 1984; Barnes et al, 1985).

La superfamilia Platanistoidea (Gray, 1863), Simpson, 1945 (Figura 4b), ha producido mucha confusión en la literatura. El moderno delfín del Ganges y el delfín del Índico *Platanista sp.*, son odontocetos muy derivados y no hay ningún fósil estrechamente relacionado a ellos. De cualquier modo un grupo de fósiles, a menudo mencionado particularmente en la literatura europea, los ubicó en la familia *Acrodelphidae* Abel, 1905. Los géneros *Schizodelphis* y *Pomatodelphis* se han clasificado en esta familia, y el *Zarhachis* delfín largo del Mioceno probablemente pertenece también a ella, aunque (Barnes, 1984; Barnes et al, 1985) nombran a *Zarhachis* en la superfamilia Platanistoidea Gray, 1863.

Los delfines de la familia Pontoporiidae se clasifican más a menudo como una subfamilia de Platanistidae, aunque bajo del nombre Stenodelphininae, se encuentran en la superfamilia Delphinidae Muizon (aunque Barnes usa Pontoporiidae), existe una relación sistemática que el moderno *Pontoporia* no está relacionado a *Platanista* (Barnes et al, 1985).

Lipotes vexillifer, la marsopa de agua dulce de China, se clasificó previamente como un platanístido o un ínido. Pero Zhou, Qian y Li en 1979

establecieron el nuevo morfotipo platanistoideo de la familia Lipotidae (Barnes et al, 1985).

Inia, el delfín de agua dulce Sudamericano, tradicionalmente se clasifica en su subfamilia propia o asociado con las familias de los géneros: *Platanista*, *Lipotes* y *Pontoporia*. Restos fósiles parecidos a *Inia* se han reportado en la literatura por casi cien años, y el género sudamericano *Anisodelphis* tal como, *Ischyrorhynchus* y *Saurodelphis* son aparentemente de la misma familia (Barnes et al, 1985).

La superfamilia Delphinoidea (Figura 4c) incluye a la mayoría de las especies vivientes. La familia Kentriodontidae, que aparece en el Oligoceno Tardío (Barnes 1985), es el eslabón de la radiación de los delfines pelágicos. Medían menos de 3 metros de largo y retuvieron el cráneo simétrico como un carácter primitivo. De sus descendientes, las familias vivientes Delphinidae (delfines y orcas), Phocoenidae (marsopas), Monodontidae (belugas y narvales) y Albireonidae, todos aparecen durante el Mioceno Tardío, hace 10 a 11 millones de años. Todos desarrollaron separadamente asimetría craneal. Kentriodontidae es un pequeño delfín y la especie primitiva es de talla mediana, evolucionando de Squalodontidae. Todas las familias de delphinoidea modernas (Delphinidae, Phocoenidae y Monodontidae) están probablemente diversificadas de Kentriodontidae del Mioceno Medio y/o Tardío, pero los taxa específicos envueltos en los orígenes de estos grupos no se han reconocido o descrito (;Barnes et al, 1985; Fordyce and Barnes, 1994; Ichishima, et al, 1995).

A un único delphinoidea del Mioceno Tardío, *Albireo whistleri* Barnes 1984, se le ha asignado a la familia monotípica Albireonidae. Al parecer representa otro grupo que se ha desarrollado de Kentriodontidae (Barnes, 1984; Barnes et al, 1985).

Los miembros actuales de las familias Monodontidae y Phocoenidae se sabe que son contemporáneos de la familia Delphinidae actual. El phocoénido más viejo es *Salumiphocaena stocktoni* (Wilson 1973) Barnes, 1985, que originalmente fue descrito como un phocoénido (Wilson 1973), pero *Piscolithax tedfordi* es más primitivo.

Se sabe que los Monodóntidos actuales ocuparon aguas templadas tan al sur como Baja California en el Océano Pacífico noroeste durante el Mioceno Tardío y Plioceno. Esto implica que la familia no siempre ha tenido una distribución en el Ártico como los modernos narvales y belugas (Barnes 1984, 1992). Kasuya (1973) sugirió que el delfín del Indo Pacífico *Irrawaddy*, *Orcaella*, no es un delphinido pero que es un pariente de la beluga, *Delphinapterus leucas* (Barnes et al, 1985).

La superfamilia Physeteroidea, que incluye cachalotes y cachalotes pigmeos, se presentan en el Mioceno Temprano. Las ballenas de esperma o cachalotes, familia Physeteridae (Figura 4d), son la única familia viva con mayor permanencia. Los miembros más antiguos del grupo se encuentran en depósitos del Oligoceno Tardío en la región de Azerbaidjan (Barnes, 1985a). Los cachalotes pigmeos son miembros de la misma superfamilia y se les asigna

a la familia Kogiidae, separados en reconocimiento de su distintiva arquitectura supracraneal (Barnes et al, 1985).

La superfamilia Ziphiioidea (Figura 4e) se sabe por el registro fósil que por lo menos aparece en el Mioceno Medio. *Berardius* y *Tasmacetus* tienen casi simetría craneal (Barnes et al, 1985).

Este trabajo pretende describir los ejemplares de odontocetos en el Miembro inferior de la Formación Almejas (Mioceno Tardío) de Isla Cedros, Baja California México y compararlos con los ejemplares descritos en la Formación Calvert, en Maryland y Virginia E.U.A. y en Round Mountain Silt en Kern County California, E.U.A., también del Mioceno Medio.

II ANTECEDENTES

Formación Almejas Inferior

Barnes, 1984b, describe ocho especies de odontocetos fósiles de la Formación Almejas, de Isla Cedros, Baja California, México: *Parapontoporia pacifica*, un delfín pontoporiidae en la nueva subfamilia Parapontoporiinae; *Denebola brachycephala*, pariente de las belugas; *Piscolithax tedfordi* y *P. boreios*, dos primitivas formas de maršopas phocoenidos en la nueva subfamilia Phocoenoidinae; *Albireo whistleri*, un extraño gran delphinoideo en la nueva familia Abireonidae; un delfín indeterminado pero Barnes (1992) lo determina como phocoenido; *Praekogia cedrosensis*, cachalote pigmeo; un no identificado phiseterinea, cachalote.

Hernández, Rosado (1995), además de los descritos por Barnes, reporta dos ejemplares: *Denebola* sp. (Aranda y Barnes, 1994) y una especie de Phocoenoidinae aún no descrito (Tabla 1).

Tabla I.- Especies de Vertebrados Marinos colectados en el Miembro Inferior de la Formación Almejas (Mioceno Tardío) en Isla Cedros, Baja California, México, reportadas por Hernández-Rosado(1995).

Superfamilia	Familia	Subfamilia	Género	Especie
Platanistoidea	Pontoporiidae	Parapontoporiinae	<i>Parapontoporia</i>	<i>Parapontoporia pacifica</i>
Delphinoidea	Monodontidae	Delphinapterinae	<i>Denebola</i>	<i>Denebola brachycephala</i>
				<i>Denebola</i> sp.
	Phocoenidae	Phocoenoidinae	<i>Piscolithax</i>	<i>Piscolithax tedfordi</i> <i>Piscolithax boreios</i> no descrito
	Albireonidae	Albireodinae	<i>Albireo</i>	<i>Albireo whistleri</i>
Physeteroidea	indeterminado	indeterminado		
	Kogiidae	Kogiinae	<i>Praekogia</i>	<i>Praekogia cedrosensis</i>
	Physeteridae	Physeterinae	indeterminado	indeterminado

Formación Calvert:

El grupo Chesapeake de la costa del Atlántico medio de Norte América, consiste de sedimentos marinos con intervalos de edad, que van desde el Mioceno Medio a Mioceno Tardío. Las formaciones que constituyen este grupo,

son cuatro: Formación Calvert, Formación Choptank, Formación St. Mary's y Formación Eastover, las cuales contienen una rica y diversa fauna de cetáceos. Estos fósiles han sido de gran interés para los paleontólogos de Norteamérica. El primer espécimen descrito con nombre científico formal del grupo de cetáceos de Chesapeake, fue *Lophocetus calvertensis* (Harlan, 1842) Barnes, 1978. Muchos prominentes paleontólogos, incluyendo Leady, Cope, Gill, Eastman, True, Abel, Hay, Case, y más notablemente Kellogg, tienen estudios de Cetáceos Miocénicos del grupo Chesapeake (Gottfried, Bohaska y Whitmore, 1994).

Cetáceos fósiles de edad Neogena están presentes en la costa este de Estados Unidos en intervalos estratigráficos de 17 a 4.5 Millones de años. Cerca del inicio del Mioceno la fauna cetácea estaba casi enteramente asignada a familias ahora extintas. En las asociaciones faunísticas de Yorktown destaca el dominio de ballenas barbadas con aspecto moderno y de una diversidad de Delphinidae. Los cambios faunales pueden estar correlacionados con eventos físicos en el Norte del Océano Atlántico. La fauna Cetácea del Mioceno medio (16.5 a 10.5 millones de años), está representada por asociaciones faunísticas en las Formaciones Calvert, Choptank, y St. Mary's de Maryland y áreas adyacentes. La familia Delphinidae destaca en estas Formaciones (Whitmore, 1994) (Tabla 2).

Tabla II.- Odontocetos descritos para la Formación Calvert (Mioceno Medio)

recopilación de Hopkins en 1904.

Superfamilia	Familia	Subfamilia	Género	Especie
Squalodontoidea	Squalodontidae	Squalodontinae	<i>Squalodon</i>	<i>S. atlanticus</i> <i>S. protervus</i>
	Rhabdosteidae		<i>Rhabdosteus</i>	<i>R. latiradix</i>
Platanistoidea	Acrodelphidae		<i>Zarhachis</i>	<i>Z. flagellator</i> <i>Z. tysonii</i>
Delphynoidea	Kentriodontidae	Lophocetinae	<i>Lophocetus</i>	<i>L. calvertensis</i>
Physeteroidea	Physeteridae	Physeterinae	<i>Orycterocetus</i>	<i>O. crocodilinus</i>
indeterminada	indeterminada	indeterminada	<i>Priscodelphinus</i>	<i>P. gabbi</i> <i>P.</i> <i>ruschebergeri</i> <i>P. lacertosus</i> <i>P.</i> <i>crassangulum</i> <i>P. uraeus</i> <i>P. grandaevus</i>
			<i>Ixacanthus</i>	<i>I. conradi</i> <i>I. spinosus</i> <i>I. atropius</i> <i>I.</i> <i>coelospondylus</i>
			<i>Cetophis</i>	<i>C. heteroclitus</i>
			<i>Delphinodon</i>	<i>D. mento</i> <i>D. leidyi</i>
			<i>Hypocetus</i>	<i>H.</i> <i>mediatlanticus</i>

Tres faunas recobradas de la Formación Valley Bone del centro de Florida contienen mamíferos marinos: la fauna Bradley del Mioceno medio (Barstoviano tardío), la fauna Agrícola del Mioceno medio tardío (Clarendoniano temprano) y la fauna Palmeto del Plioceno (Hemfiliano temprano). Sólo tres

especies de mamíferos marinos ocurren en la Fauna Bradley, el dugóngido *Metaxytherium floridanum*, el largo delfín de copa *Pomatodelphis inaequalis*, y un cetoterio aún no nombrado. La Fauna Agrícola es más diversa, compuesta por 12 especies de cetáceos y dos sirénidos; las taxas más abundantes son *M. floridanum*, *P. inaequalis*, *P. bobengi* nueva combinación, y dos especies de cetoterios; los taxas menos comunes incluyen un zífido, el fisetérico *Scaldicetus*, los odontocetos *Hadrodelphis*, *Delphinodon* cf., *D. mento*, y cf. *Lophocetus*, dos adicionales cetoterios, y el dugóngido *Dioplotherium allisoni*. Los fósiles de mamíferos marinos son raros y más fragmentados en la Fauna Palmeto, que consiste de nueve cetáceos, una foca, cuatro pinípedos y un sirenio; el más común es el pequeño balaenoptérico *Balaenoptera floridana*, el íniido *Goniodelphis hudsoni*, el fisetérico *Physeterula*, y el gran fócido *Callophoca obscura*, raras especies incluyendo un pontopórido no descrito, un delfínido indefinido, los zifios *Mesoplodon* sp. y *Ninoziphius platyrostris*, el fisetérico *Kogiopsis floridana*, la nutria gigante *Enhydritherium terraenovae*, el odobénido *Trichecodon huxleyi*, el focénido *Phocanella pumila*, y el dugóngido *Corystosiren varguezii* (Morgan, 1994).

Round Mountain Silt en Kern County, CA., localidad Sharktooth Hill:

Las formaciones geológicas de la costa Oeste de Norteamérica desde Baja California, México hasta Oregon, E.U.A., contienen evidencias fósiles de una sucesión de cetáceos del Terciario (Barnes, 1977).

Rocas expuestas del Mioceno Medio en Sharktooth Hill en Kern County, California (Barnes, 1977), contienen una de las más abundantes, diversas y bien preservada fauna fósil de vertebrados marinos en el mundo. La fauna de mamíferos marinos de la fauna local Sharktooth Hill es la más grande en abundancia y diversidad que se ha descrito en el margen Este del Océano Pacífico Norte y rivaliza con las faunas de la cuenca Antwerp, en Bélgica; la Formación Calvert, en E.U.A., y la capas fosilíferas de la Patagonia (Mitchell, 1965), y La Misión, Baja California, México (Aranda-Manteca, 1990, 1994).

Algunos odontocetos fósiles de hocico largo, del Terciario Tardío del margen Este del Océano Pacífico Norte, comprenden un grupo extinto clasificado en la subfamilia Parapontoporiinae de la familia Pontoporidae. Estos delfines fósiles corresponden al género *Parapontoporia*, Barnes, 1984, el cuál incluye tres especies conocidas: *Parapontoporia pacifica* Barnes, 1984, del Mioceno Tardío de Baja California, México; *P. wilsoni*, Barnes, 1985a, del Mioceno Tardío de California central, E.U.A.; y *P. sternbergi* (Gregory y Kellogg, 1927), del Plioceno Tardío del Sur de California (Barnes, 1985a).

Pithanodelphis nasalis, Barnes, 1985b es un pequeño delfín fósil, clasificado en la nueva subfamilia Pithanodelphinae de la extinta familia Delphinoidea, subfamilia Kentriodontinae. La especie es conocida por el cráneo y huesos poscraneales fósiles de las Formaciones Monterey y los depósitos sedimentarios Modelo, de la cuenca al sur de Los Ángeles, California, E.U.A.. Este delfín es muy común en colecciones de California, lo que sugiere que este

delfín era el más abundante odontoceto que habitaba la costa Sur de California hace aproximadamente 10 ó 11 millones de años (Barnes, 1985b).

Los odontocetos fósiles del género *Kentriodon* Kellogg, 1927, son del tipo delfinoideo y forman la subfamilia Kentriodontinae, esta subfamilia no tiene representantes vivos. El género *Kentriodon* tiene previamente incluido sólo una especie, un delfín pequeño llamado *Kentriodon permix* Kellogg, 1927, del Mioceno Medio de la Formación Calvert en Maryland y Virginia, en la costa Este de Norte América. Algunos huesos de ejemplares encontrados en Japón y California tienen previamente una tentativa referencia al género. Barnes y Mitchell (1984), concluyen que la especie *Grypolithax obscura* Kellogg, 1931, hasta ahora conocida sólo por periódicos del Mioceno Medio de Sharktooth Hill en California, corresponden a *Kentriodon*. El género *Grypolithax* Kellogg, 1931, es por consiguiente un sinónimo más joven de *Kentriodon* Kellogg, 1927. Una segunda especie descrita en base a periódicos aislados de Sharktooth Hill, *Grypolithax pavidus* Kellogg, 1931, es un sinónimo de *G. obscura*. El nombre apropiado para esta especie es *Kentriodon obscura* (Kellogg, 1931). Otros periódicos encontrados en rocas estratigráficas subyacentes a la capa hueso (boned bed) Sharktooth Hill en California, corresponden a *Kentriodon* spp.; un Kentriodóntido estrechamente relacionado, *Delphinodon dividum* True, 1912, el cual fue originalmente descrito para la Formación Calvert, están ilustrados y descritos por Barnes y Mitchell (1984).

Un cráneo, mandíbula y algunos restos del esqueleto postcraneal de una

marsopa fósil, de una forma previamente no descrita de un depósito marino cerca de Sunol, California, está estrechamente relacionado a los delfines de la familia Iniidae. Correlaciones estratigráficas indican que este espécimen se encontró en rocas del Mioceno Medio, del Grupo Monterey (Rensberger, 1969, ver Barnes, 1978).

Barnes en 1994 realiza una lista faunística de los taxa de Round Mountain Silt en Kern County, Ca. USA (Tabla III). En la cual se basa la comparación de esta Formación con la Formación Almejas.

Tabla III.- Lista de los odontocetos fósiles encontrados en la capa hueso (boned bed) Sharktooth Hill en Kern County, Ca. U.S.A.(Barnes, 1994).

Familia	Especie
Acrodelphidae	<i>Squalodon errabundus</i>
Kentriodontidae	<i>Kampholophos</i> sp.
	<i>Liolithax kernensis</i>
	<i>Kentriodon obscurus</i>
	<i>Lamprolithax simulans</i>
Phocoenidae	<i>Loxolithax sinuosa</i>
	<i>Oedolithax mira</i>
	<i>Nannaolithax gracilis</i>
	<i>Platylithax robusta</i>
Physeteridae	<i>Scaldicetus</i> sp.
	<i>Aulophyseter morricei</i>

III.- OBJETIVO

Describir los ejemplares de odontocetos colectados en la Formación Almejas Inferior (Mioceno Tardío), de Isla Cedros, Baja California, México; durante las campañas de colecta 92 - 94 por el grupo de Paleontología de la Facultad de Ciencias Marinas, National History Museum of los Angeles County y la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

- Realizar una comparación taxonómica y análisis filogenético entre los especímenes colectados.
- Comparar a nivel general la taxonomía sistemática de los especímenes del Mioceno Tardío de la Formación Calvert, en Maryland y Virginia E.U.A. y los colectados en la capa hueso Sharktooth Hill, Kern County, California, E.U.A..

IV.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Isla Cedros se localiza entre los 28° 02' y 28° 22' de latitud Norte, y los 115° 09' y 115° 22' de latitud Oeste (Figura 5).

La Isla es una cadena montañosa de 39 km. de longitud localizada a 20 km. al noroeste de Punta Eugenia en la costa de Baja California, es una prolongación del sistema montañoso de la Península de Vizcaíno. A 20 km. al Oeste se encuentra la fosa de Cedros que alcanza los 4,000 m de profundidad. Al Este la rodea la Bahía de Vizcaíno con profundidades de entre 50 a 2,000 m. Es importante geológicamente porque revela un extensivo reporte histórico del Mesozoico y Cenozoico de la placa tectónica de la costa de Baja California

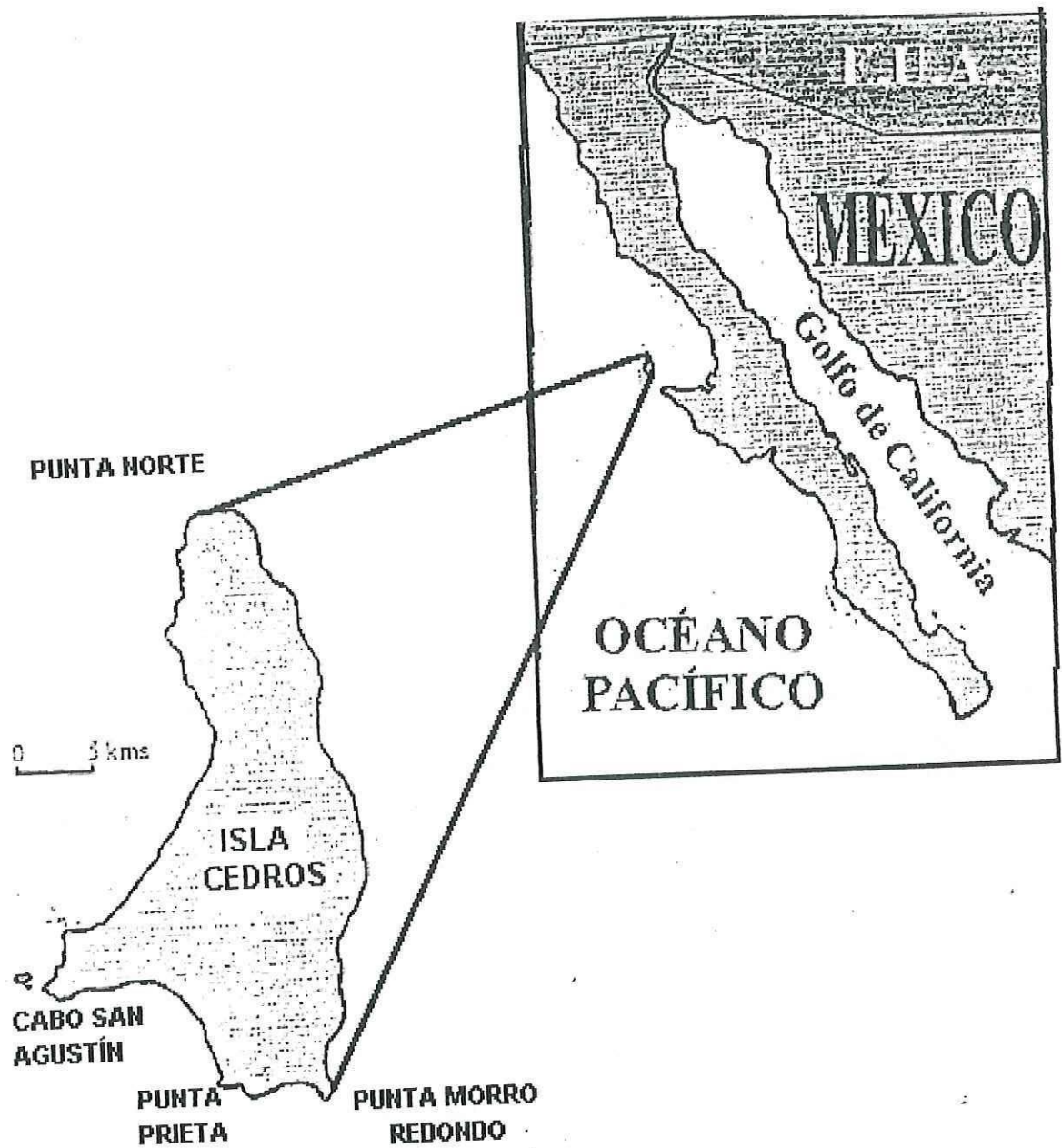


Figura 5.- Área de estudio (tomada de Aranda-Manteca, en preparación)

(Kilmer, 1984). Está compuesta de melange del Jurásico Tardío, de aspecto Franciscano (ésto designado por la Formación Cedros); casi todo tiene un contacto tectónico con Ofilita y aumentado por una secuencia sedimentaria del Jurásico medio al Cenozoico tardío (Figura 6, Kilmer, 1977).

La Formación Almejas (Mioceno Tardío - Plioceno Tardío) está constituida por areniscas, conglomerados y rocas algales. Está expuesta en la parte Este de la isla, cerca de Punta Morro Redondo. La Formación está dividida en miembro inferior con 74 m de espesor, constituido por areniscas mal consolidadas, semi-masivas, oxidadas, de grano bien sorteado y con abundantes restos de vertebrados fósiles; el miembro superior con 311 m de espesor y constituido por areniscas y conglomerados mal sorteados, con estratificación cruzada y rico en restos algales e invertebrados. La Formación Almejas se encuentra sobreyaciendo a la Formación Tortugas en forma discontinua (Kilmer, 1984).

Se han extraído fósiles de seis cañones o arroyos consecutivos y adyacentes entre sí, de este a oeste son: Arroyo Lobita, Arroyo Delfín, Arroyo Tiburón, Arroyo Esqueletos, Arroyo Venados y Arroyo Geográfica (de acuerdo con Tedford, 1974 y con las notas de campo de expediciones NGS, UABC, NHMLA, y UABCS 1992, 1993 y 1994). Además existen dos localidades que fueron trabajadas en 1964 y 1965, estas zonas se conocen como Localidad Kilmer o arroyo Delfín y Localidad de Whistler o arroyo Tiburón (Hernández Rosado, 1995), (Aranda-Manteca en prep, Figura 7).

MAPA GEOLOGICO DE ISLA CEDROS, BAJA CALIF. MÉXICO

FORMACIONES

-  **Almejas**
Mioceno-Plioceno
-  **Tortugas**
Mioceno
-  **Morro Redondo**
Cretácico Cenoniano
-  **Valle**
Cretácico Turoniano
-  **Eugenia**
Jurásico Tard- Cretácico-Temp.
-  **Coloradito**
Jurásico Tardío
-  **Gran Cañon**
Jurásico medio
-  **Choyal**
Jurásico Premedio
-  **Cedros**
Jurásico tardío
-  **Rocas Plutónicas Mesozoico**
-  **diques**
-  **borde de fallas**

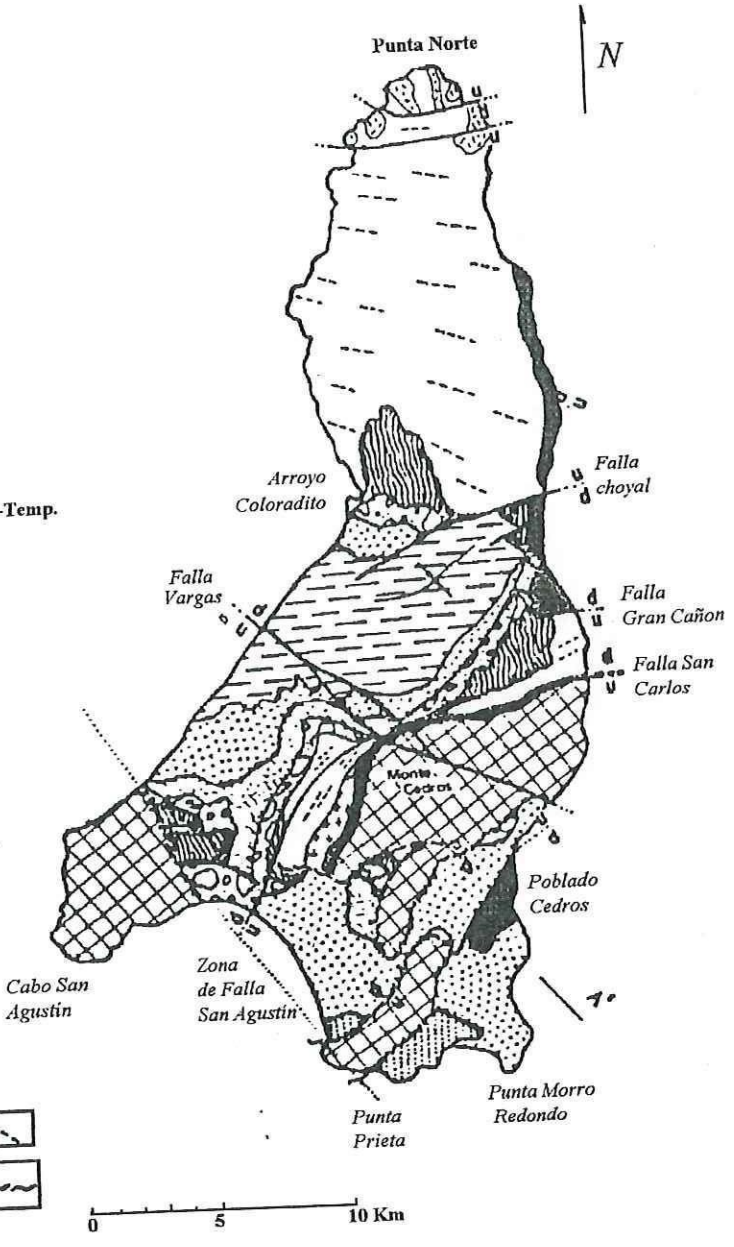


Figura 6.- Mapa geológico de Isla Cedros, Baja California, México (tomada de Kilmer, 1984)

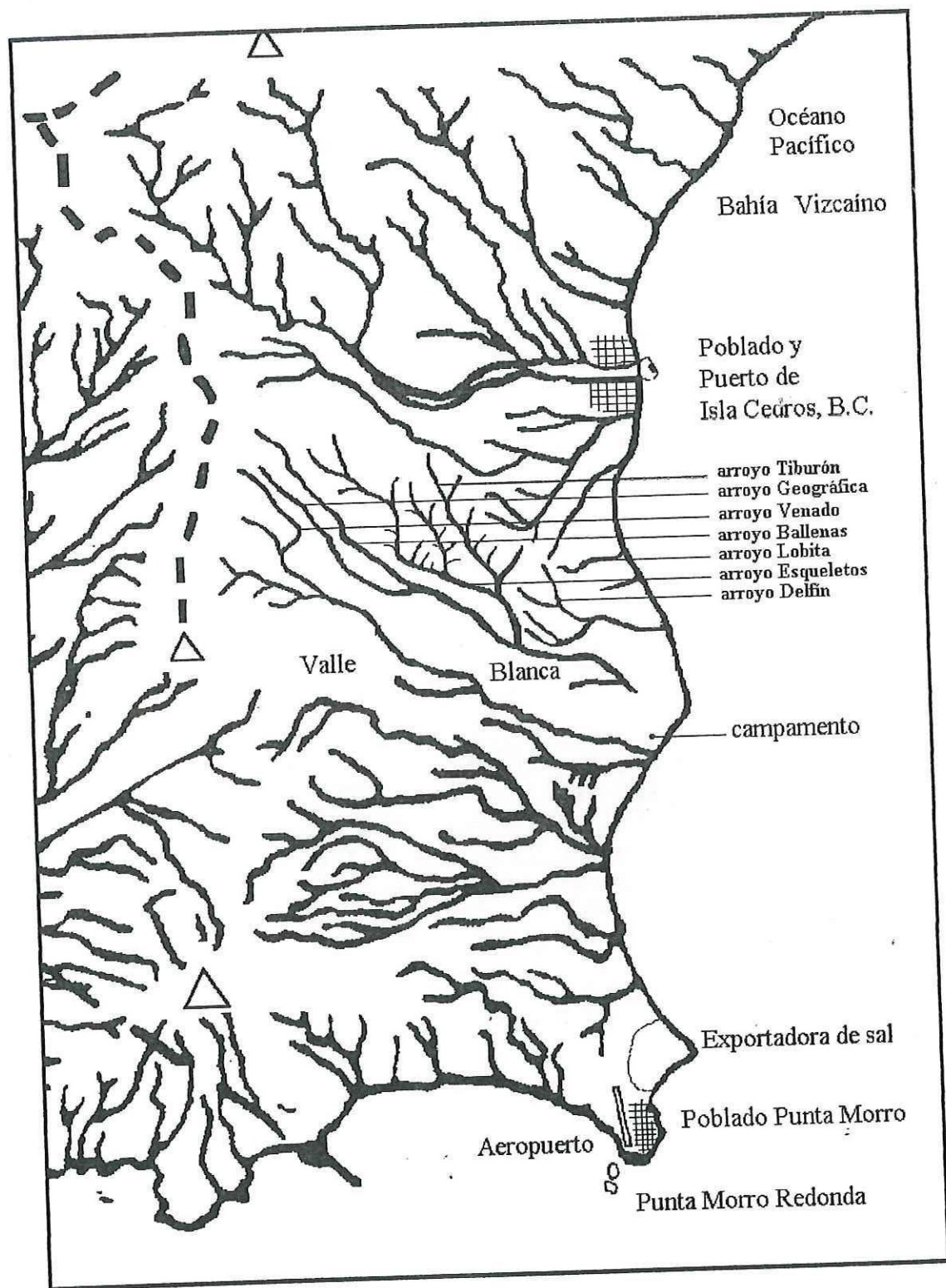


Figura 7.- Arroyos de colecta (tomada de Aranda-Manteca, en preparación)

La Formación Almejas Inferior, se ha dividido en 17 unidades estratigráficas de acuerdo con el color de los sedimentos (Tedford, 1964, notas de campo, LANHM), las cuales han sido utilizadas de manera sistemática para la ubicación estratigráfica de los restos encontrados, mostrando su importancia, debido a la abundancia y gran diversidad paleontológica de los especímenes fósiles de vertebrados marinos que en ella se han encontrado (Figura 8).

V.- METODOLOGÍA

Para dar un mejor seguimiento en esta parte del trabajo, la Metodología se divide en dos fases: la primera es el trabajo de campo, que consiste en la prospección, la extracción y el registro del material colectado. La segunda es el trabajo realizado en el Laboratorio, en donde se efectúa la restauración, la medición morfométrica, la descripción morfológica, la comparación taxonómica, el análisis filogenético y el análisis estadístico, obteniendo así la base de datos útiles para la interpretación de la asociación de odontocetos.

5.1. - TRABAJO DE CAMPO.

5.11.- Prospección:

A excepción de los casos poco frecuentes en que los hallazgos de fósiles se efectúan en excavaciones realizadas con otro fin, los restos de vertebrados se ubican de VISU, es decir, se revisan los cortes de terreno dejados por la erosión. El hallazgo de fósiles se debe en algunos casos a la labor realizada por

paleontólogos pero, en numerosas ocasiones, son otras personas quienes efectúan esos hallazgos (Laza, 1984).

Ya ubicadas las piezas halladas y su valor científico, se propone el estudio sobre el terreno y al mismo tiempo se colectan nuevos materiales. La información geológica se trasladó y se dibujó en mapas, marcando la ubicación estratigráfica exacta de los fósiles hallados.

5.12.- Extracción:

La extracción se realizó de acuerdo al tipo de sedimento en el que se encuentra incluido el fósil, que es una arenisca café, poco consolidada, que es de fácil remoción. Una vez localizados, se procedió a dejar descubierta una pequeña porción del resto fósil hasta tener idea de su extensión. Para este fin se usaron bisturíes, cuchillos pequeños y/o cucharones de albañil; mientras que para limpiar los sedimentos sueltos de la superficie se utilizaron pinceles de distintos tamaños y escobillas de mano. Posteriormente se roció con una resina especial (Glyptal) toda la superficie del fósil y el sedimento que lo rodeaba; repitiendo esto en sucesivas ocasiones; una vez seca la resina se procedió a la extracción.

Para sedimentos no consolidados como los de la Formación Almejas inferior, no se trabajo con formones y martillo, sino con una espátula, dejando una serie de pequeñas zanjas o canales, dejando alrededor de los restos una considerable cantidad de sedimento. Estas zanjas deben ser suficientemente

anchas y profundas. En este momento se fotografió el fósil, indicando los datos en la libreta de campo y si era necesario se dibujaba esquemáticamente la probable disposición de los huesos, para el trabajo en laboratorio estos dibujos son una guía inapreciable.

Completada la zanja que delimita el sedimento que contiene al fósil, se procedió a la construcción de la cubierta protectora ó "camisa". Para esto, se aplicó sobre la zona donde los restos óseos afloraban, una capa de papel higiénico. Luego se preparó yeso bastante diluído, en el que se sumergieron tiras de una tela gruesa y resistente, cortadas a la necesidad del momento. Estas tiras se dispusieron apretadamente sobre el papel, formando una trama cuyos extremos pudieron finalmente sujetarse por una venda periférica. Posteriormente se preparó una nueva cantidad de yeso, que se aplicaron con cucharón o a mano sobre toda la superficie, tratando que ésta alcanzara un espesor considerable. Terminado este trabajo se dejó unas cuantas horas, hasta que el yeso fraguó perfectamente, lo más aconsejable era terminar el trabajo al día siguiente.

El último paso fue excavar por debajo y alrededor hasta que adquirió la forma de un hongo; luego, por medio de cuñas y palancas se desprendió este "hongo" del resto del terreno al que estaba unido. Hecho esto, se procedió a completar la superficie enyesada, obteniendo así una cubierta homogénea y resistente en su totalidad. Finalmente se anotaron con pintura indeleble el número de catálogo, la orientación que tenía el fósil respecto al Norte y cuál fue

la parte de arriba y la de abajo respecto a la ubicación inicial del fósil.

5.13.- Registro:

La precisión de las notas que se toman en el campo, constituye una base importante del trabajo posterior. En libretas de campo se fueron registrando los datos que posteriormente se pasaron a una libreta oficial de la expedición. Es imprescindible contar en el campo con mapas topográficos de la región. Los fósiles que se extrajeron a lo largo del afloramiento llevan una sigla que los identifica en el mapa. Cada fósil tiene una tarjeta de campo en donde se anota la descripción somera del material, aproximación taxonómica, lugar geográfico detallado de la zona, posición estratigráfica y situación de los restos en el contexto geológico.

5.2.- TRABAJO DE LABORATORIO.

5.21.- Restauración:

La Restauración consistió en sacar el fósil de su camisa protectora de yeso. En el laboratorio se encuentran varios cajones con arena fina, en éstos se colocaron una bolsa de plástico y encima el fósil aún con su capa protectora. En este paso se abrió la cubierta protectora del fósil por la parte no trabajada en el campo, se cortó con una hoja de acero dentada o cegueta, la parte de abajo de la camisa de yeso protectora, posteriormente se quita el sedimento excedente, utilizando brochas, pinceles y espátula, hasta el descubrimiento de los fósiles y la posterior aplicación de la resina. Con cuidado se descubrieron en su totalidad los fósiles, utilizando en este caso pinceles y agujas de disección. Una vez que

no hubo sedimento dentro de la camisa protectora, se realizó un dibujo poniendo un número al hueso y el mismo al correspondiente en el dibujo. También se tomaron fotos, que sirvieron para tener una relación de los fósiles; esta foto no es útil para un posterior análisis tafonómico, pues es la parte de abajo la que indica cómo en realidad fue sepultado el organismo. Para finalizar se extrajeron los fósiles, colocándolos con una etiqueta de la colección paleontológica en cajas separadas y posteriormente, se desecha la camisa protectora. Finalmente se hizo una nueva camisa protectora con material más ligero, esta camisa protectora facilitará su transporte dentro del laboratorio y lo protegerá mientras se realizan los análisis posteriores.

5.22.- Descripción morfológica

Para la realización de esta parte del trabajo, se consultó la descripción de los especímenes únicos o holotipos, que definen las especies. Los especímenes colectados se compararon y describieron. En caso de no estar descritos nos encontraremos con una nueva especie, por lo que se tendrá que describir taxonómicamente, y filogenéticamente, para poder así dar nombre a una especie, y de ser necesario también nombrar un nuevo género.

5.23.- Medición morfométrica:

Para la identificación de mamíferos marinos actuales a través de estructuras óseas, la literatura menciona principalmente características craneales. Los reportes paleontológicos deben incluir las características

morfométricas, de todas las partes del esqueleto asociadas a un mismo espécimen, éste con el fin de poder identificar a una especie. Las medidas que se utilizaron están descritas por Perrin (1975), quien utiliza un total de 116 mediciones del esqueleto para detectar diferencias en subespecies del Género *Stenella*; 46 medidas son de caracteres morfológicos craneales (Tabla IV) (Figura 9); 29 medidas son de las vértebras (Tabla V) (Figura 10); 12 son de las costillas (Tabla VI) (Figura 11), 6 del esternón (Tabla VII) (Figura 12); 7 son de los huesos chevrones (Tabla VIII) (no se ilustran); cinco son medidas de la escápula, dos son del húmero, dos de la ulna, una del cúbito y seis son de las falanges (Tabla IX) (Figura 13). Como se muestra en la tabla IV, las medidas que corresponden al Periótico es únicamente una, este hueso craneal es muy importante para poder identificar a las especies fósiles, pues es muy fácil que se conserve; por lo que se propone describir de una manera mas detallada las características de este hueso, como se indica en la Tabla X (Figura 14), estas medidas se basan en las características más útiles para describir el grado de evolución de los odontocetos. Estas medidas se realizarán en milímetros, para efectuar posteriormente un análisis estadístico multivariado o de agrupación.

5.24.- Comparación taxonómica:

La comparación taxonómica se realiza comparando las características morfológicas de diagnosis en cada nivel taxonómico, estableciendo las diferencias entre familias, géneros y especies.

Tabla IV.- Medidas craneales utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos (Perrin, 1975).

Núm	Características
1.	Longitud Condilobasal, del margen anterior del rostro al margen posterior del cóndilo occipital.
2.	Longitud de rostro, del margen anterior a la línea que atraviesa los límites posteriores del anteorbital.
3.	Ancho del rostro en la base a lo largo de la línea que atraviesa los límites posteriores del pliegue anteorbital.
4.	Anchura del rostro a los 60 mm anteriores a la línea que atraviesa los límites posteriores del pliegue anteorbital.
5.	Anchura del rostro a la mitad de la longitud total.
6.	Anchura del premaxilar izquierdo en la longitud media del rostro.
7.	Anchura del rostro a los $3/4$ de longitud, medido desde el margen posterior.
8.	Distancia de la punta del rostro a las narinas externas (al final del mesial del margen anterior transversal de la narina derecha).
9.	Distancia de la punta del rostro a la narina interior (al final del mesial de margen posterior de pterigoideo derecho).
10.	Ancho mayor a la altura del preorbital.
11.	Ancho mayor a la altura del postorbital.
12.	Ancho menor a la altura del supraorbital.
13.	Ancho mayor de las narinas externas.
14.	Ancho mayor de los procesos zigomáticos del escamosal.
15.	Ancho mayor de los premaxilares.
16.	Ancho mayor del parietal, dentro de la fosa del posttemporal.
17.	Altura Vertical externa de la cavidad cerebral desde la línea media del basifenoideo a la cúspide del supraoccipital, pero no incluyendo la cresta del supraoccipital.
18.	Longitud interna de la cavidad cerebral del límite posterior del cóndilo occipital al límite anterior de la cavidad craneal a lo largo de la línea media.
19.	Longitud mayor de la fosa del posttemporal izquierdo.
20.	Mayor anchura de la fosa del posttemporal izquierdo.
21.	Diámetro mayor de la fosa temporal izquierda.
22.	Diámetro Menor de la fosa temporal izquierda.
23.	Proyección de los premaxilares detrás de los maxilares medidos de la punta del rostro hacia la línea que cruza las puntas delanteras de maxilares visibles en la vista dorsal.
24.	Distancia de los nasales al ápice de la cresta supraoccipital.
25.	Longitud del ápice orbital izquierdo del proceso preorbital del frontal hasta el ápice del proceso postorbital.
26.	Longitud del proceso antorbital del lagrimal izquierdo.
27.	Mayor anchura de la narina interna.
28.	Mayor longitud del pterigoideo izquierdo.

-
29. Mayor anchura de la saliente anterior de la cresta supraoccipital.
 30. Mayor longitud de la bula izquierda o derecha.
 31. Mayor longitud del periótico izquierdo o derecho.
 32. Longitud de la mandíbula izquierda, del margen anterior al último alvéolo.
 33. Número de dientes superior izquierdo.
 34. Número de dientes superior derecho.
 35. Número de dientes inferior izquierdo.
 36. Número de dientes inferior derecho.
 37. Mayor longitud de la mandíbula izquierda.
 38. Mayor altura de la mandíbula izquierda al ángulo de mayor longitud.
 39. Longitud de la fosa mandibular izquierda, medido desde el margen posterior del cóndilo.
 40. Desviación de la simetría del cráneo en vista dorsal (en grados).
 41. Longitud del basihiel a lo largo de la línea media.
 42. Mayor anchura del basihiel.
 43. Mayor anchura proximal del thirohiel izquierdo.
 44. Mayor longitud del thirohiel izquierdo.
 45. Mayor anchura del stiliohiel izquierdo.
 46. Mayor longitud del stiliohiel izquierdo.
-

Tabla V.- Medidas de vértebras utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos (Perrin, 1975).

-
1. Número de vértebras torácicas, definido como igual al número de costillas en el lado con mayor número.
 2. Número de vértebras lumbares.
 3. Número de vértebras caudales. Se contó como una vértebra del segmento más pequeño a la punta de la columna. Si este segmento faltaba, se consideró dañada la columna, y no se hizo la cuenta.
 4. Número total de vértebras.
 5. Número de vértebras cervicales fusionadas.
 6. Mayor anchura de la superficie articular del atlas.
 7. Altura del atlas, del margen anterodorsal interno del canal neural a la base de la cara anterior del cuerpo.
 8. Longitud del proceso lateral del atlas, del margen anterior de la superficie articular al punto más lejano donde termina el proceso.
 9. Mayor longitud de la espina neural del atlas.
 10. Altura del espinazo dorsal del atlas en vista anterior.
 11. Longitud de la espina dorsolateral del atlas.
 12. Longitud del proceso izquierdo lateral del axis, del margen de la superficie posterior articulada al fin del proceso distal.
 13. Número de vértebras cervicales con arcos neurales incompletos.
 14. Vértebra cervical en que el proceso del ventrolateral izquierdo alcanza el máximo desarrollo.
-

-
15. Vértebra en que la primera perforación vertical del foramen aparece.
 16. Primera vértebra con metapófisis muy reducida.
 17. Última vértebra con proceso transverso distinto.
 18. Última vértebra con proceso neural distinto.
 19. Primera vértebra con epífisis no fusionada.
 20. Última vértebra con epífisis no fusionada.
 21. Primera vértebra caudal con espina neural vertical.
 22. Longitud de la espina neural de la primera vértebra torácica, del margen anterodorsal del canal neural del lado de la espina.
 23. Longitud de la espina neural de la segunda vértebra torácica.
 24. Longitud de la espina neural de la décima vértebra torácica.
 25. Longitud de la espina neural de la última vértebra torácica.
 26. Altura de la primer vértebra torácica, del margen anterodorsal interior a la base del canal neural de la cara anterior.
 27. Mayor anchura de la primer vértebra torácica, incluyendo los procesos laterales.
 28. Altura de la primera vértebra lumbar.
 29. Mayor anchura de la primera vértebra lumbar.
-

Tabla VI.- Medidas de las costillas utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos (Perrin, 1975).

Núm.	Característica
1.	Número de costillas izquierdas vertebradas.
2.	Número de costillas derechas vertebradas.
3.	Número de costillas izquierdas con dos cabezas.
4.	Número de costillas derechas con dos cabezas.
5.	Número de costillas izquierdas flotantes.
6.	Número de costillas derechas flotantes.
7.	Número de costillas izquierdas del esternón.
8.	Número de costillas derechas del esternón.
9.	Mayor longitud de la primer costilla izquierda.
10.	Anchura de la primer costilla izquierda al ápice de curvatura proximal.
11.	Mayor longitud de la costilla más larga izquierda.
12.	Mayor longitud de la primer costilla izquierda del esternón.

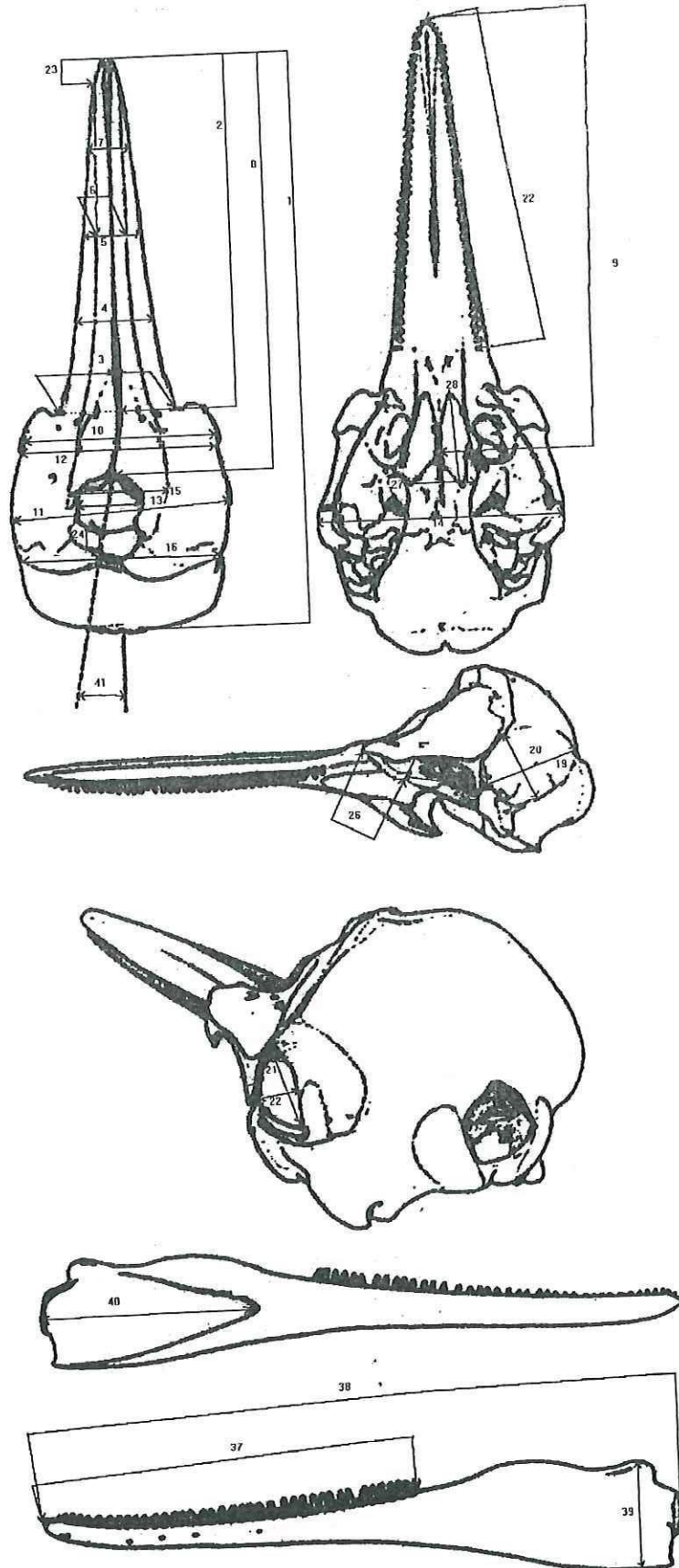


Figura 9.- Medidas descriptivas craneales propuestas por Perrin, 1975

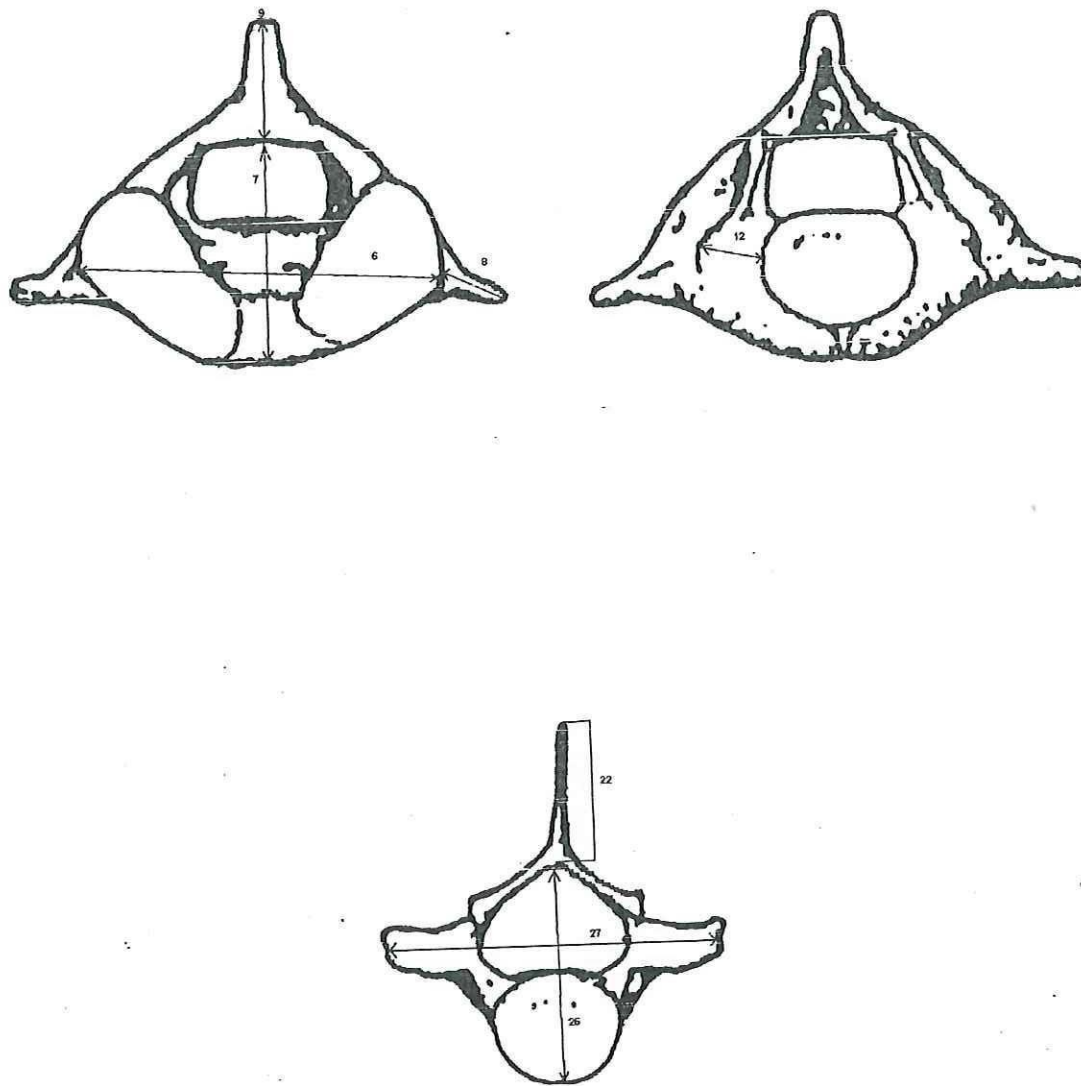


Figura 10.- Medidas descriptivas vertebrales propuestas por Perrin, 1975

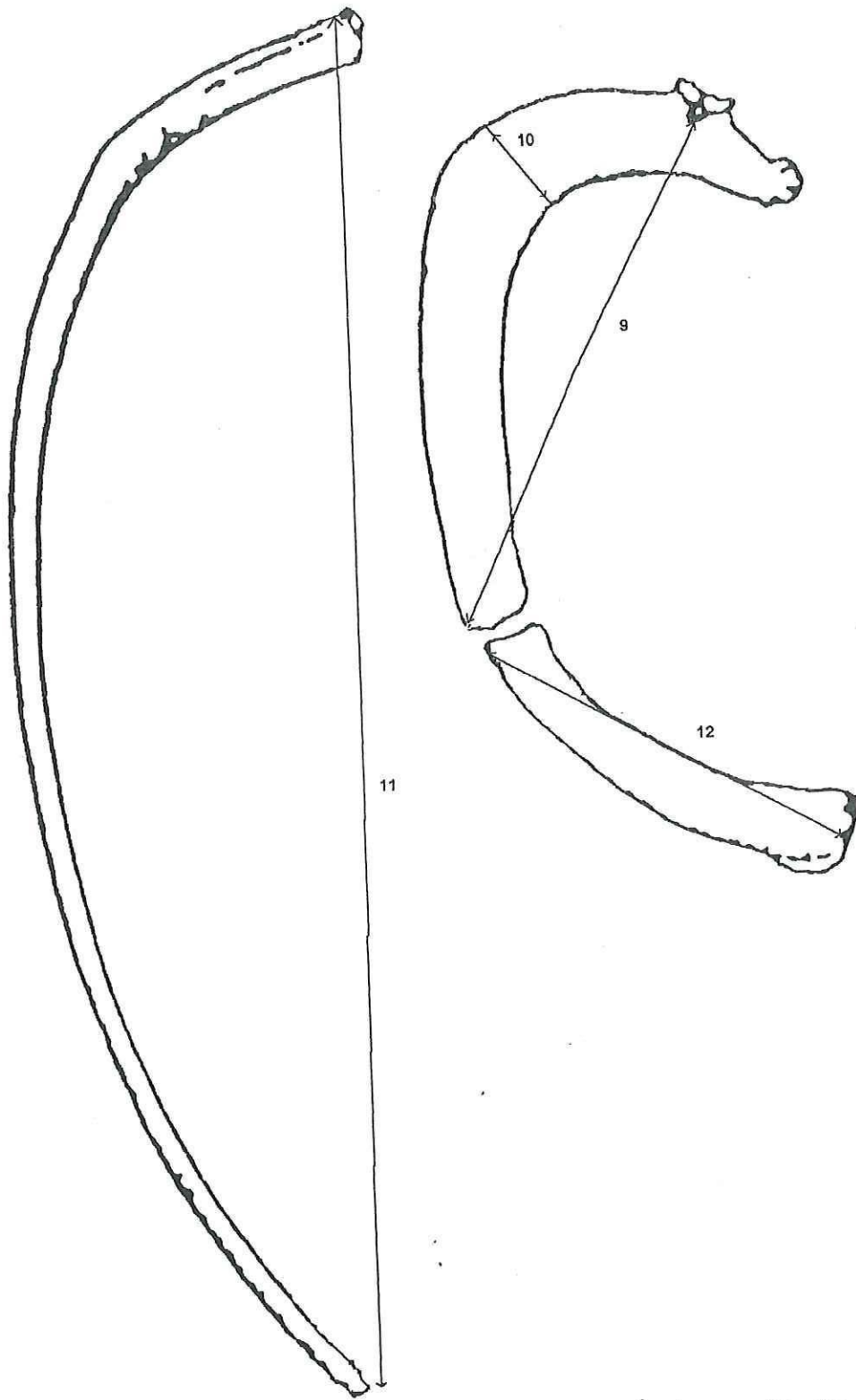


Figura 11.- Medidas descriptivas de las costillas propuestas por Perrin, 1975

Tabla VI.- Medidas del esternón utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos (Perrin, 1975).

Núm.	Característica
1.	Mayor anchura del manubrium.
2.	Longitud del manubrio a lo largo de la línea media.
3.	Profundidad del nostrilo anterior de manubrio.
4.	Longitud del foramen en el manubrio.
5.	Número de elementos del mesoesternón.
6.	Número de elementos del mesoesternón fusionados.

Tabla VIII.- Medidas de los huesos chevrones utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos (Perrin, 1975).

Núm.	Característica
1.	Número de huesos chevron.
2.	Número en serie delantera de huesos fusionados.
3.	Posición de la Vértebra con el primer hueso chevron.
4.	Posición de la Vértebra con el último hueso chevron.
5.	Mayor longitud de la mitad izquierda del primer hueso chevron.
6.	Mayor longitud de la mitad izquierda del hueso chevron más grande.
7.	Mayor longitud de la mitad izquierda del último hueso chevron.

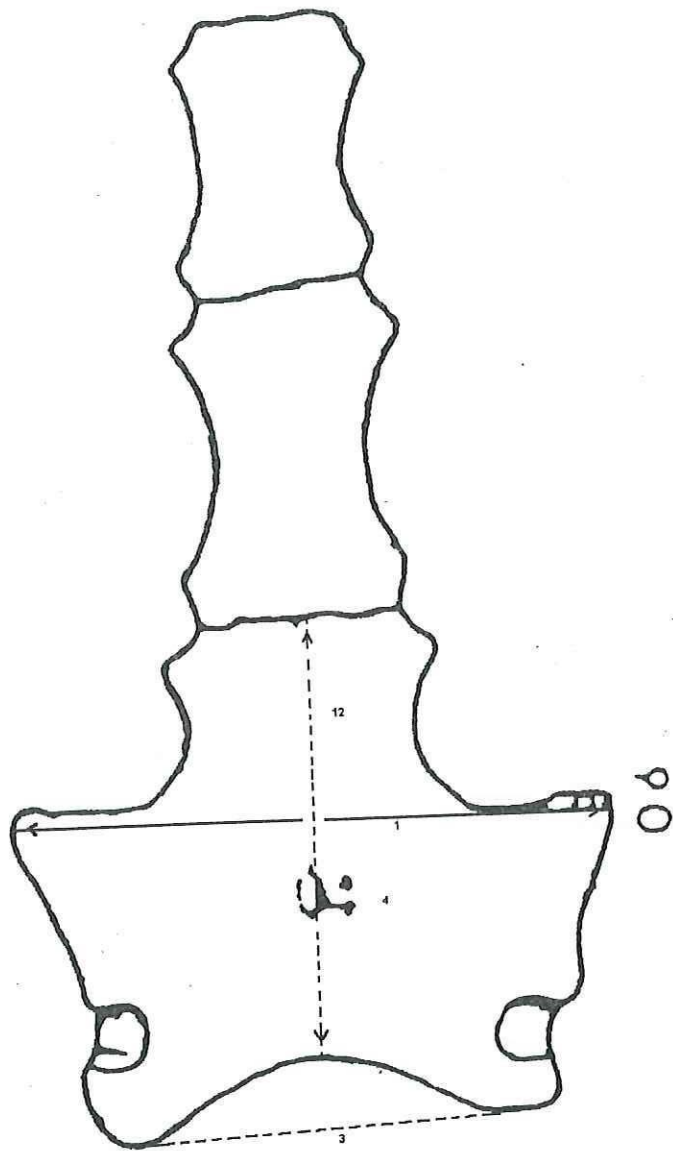


Figura 12.- Medidas descriptivas del esternón propuestas por Perrin, 1975

Tabla IX.- Medidas de la escápula, el húmero, la ulna, el cúbito y las falanges utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos (Perrin, 1975).

Núm.	Característica
1.	Altura de la escápula, del margen posterior de la fosa glenoidea al ángulo del coracoides.
2.	Longitud de la escápula, del margen posterior de la fosa glenoidea al ángulo del glenoides.
3.	Mayor longitud del proceso coracoide, del margen anterior de la fosa glenoidea.
4.	Mayor anchura del proceso coracoide.
5.	Mayor anchura del proceso metacromion, del ápice de curvatura ventral al ápice vertebrado.
6.	Mayor longitud de húmero, moderado en lado ventral.
7.	Mayor anchura distal del húmero.
8.	Mayor longitud de la ulna .
9.	Mayor anchura distal de la ulna.
10.	Mayor longitud del cúbito.
11.	Anchura transversa de la fila proximal de los carpales.
12.	Número de falanges osificadas en el primer dedo.
13.	Número de falanges osificadas en el segundo dedo.
14.	Número de falanges osificadas en el tercer dedo.
15.	Número de falanges osificadas en el cuarto dedo.
16.	Número de falanges osificadas en el quinto dedo.

Tabla X.- Medidas descriptivas del periótico utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos.

Núm.	Característica
1	Ancho de la coclea.
2	Alto de la coclea.
3	Largo de la base del periótico, del punto distal del proceso posterior al punto proximal de proceso anterior.
4	Largo del proceso anterior.
5	Ancho del proceso anterior.
6	Número de puntas en el proceso anterior, en vista ventral.
7	Largo del proceso posterior.
8	Ancho del proceso posterior.
9	Número de surcos en el proceso posterior.
10	Ancho del canal que separa a la coclea del proceso anterior.
11	Largo del meato acústico interno.
12	Ancho del meato acústico interno.
13	Mayor ancho de la fenestra rotunda.
14	Mayor ancho del acueducto coclear.
15	Mayor ancho del acueducto vestibular.

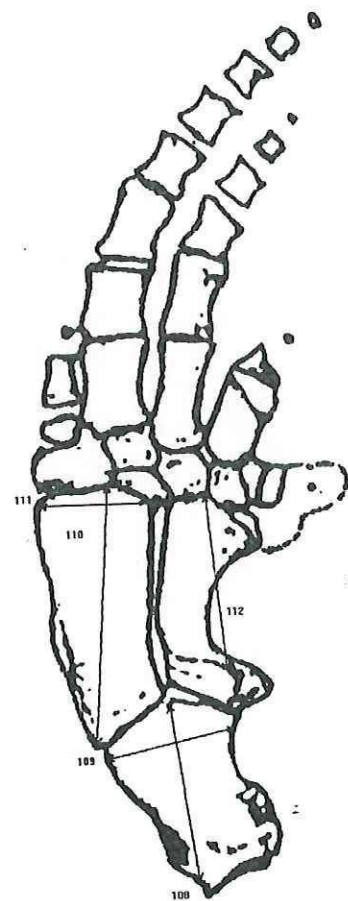
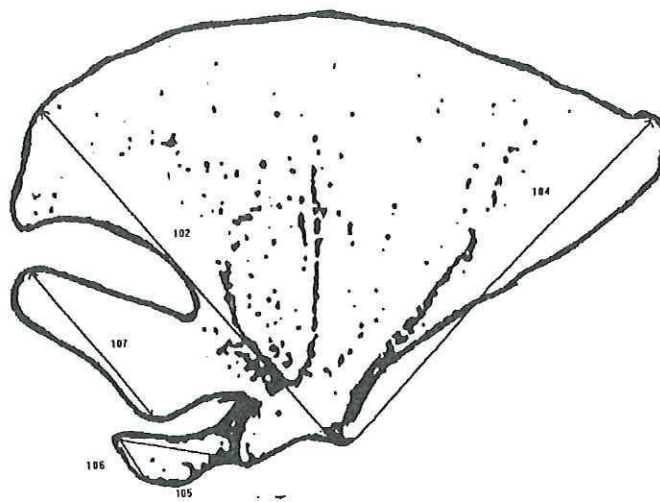


Figura 13.- Medidas descriptivas de la escápula, del húmero, de la ulna, del cúbito y de las falanges propuestas por Perrin, 1975

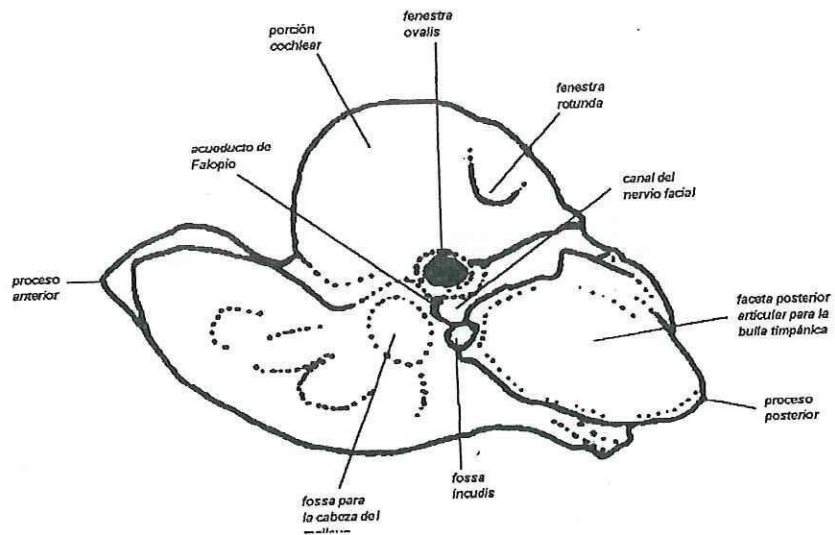
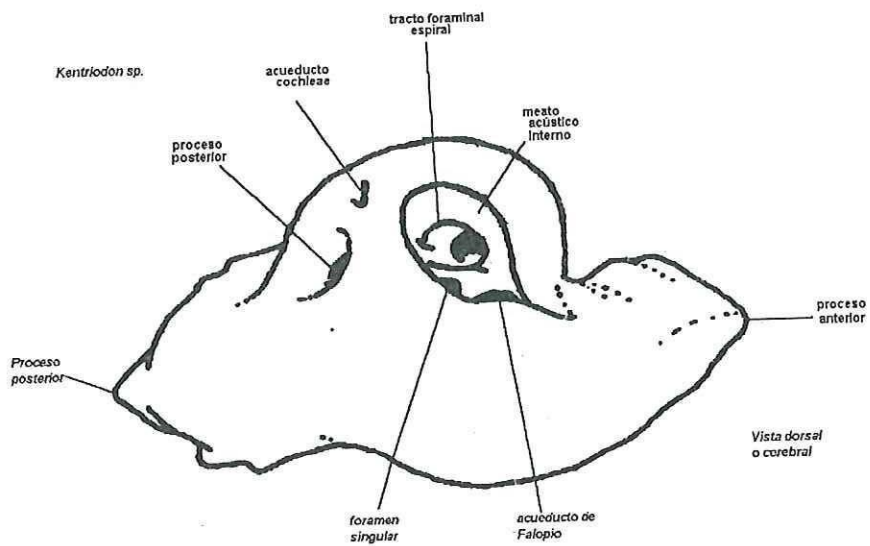


Figura 14.- Periótico de odontoceto (tomada de Barnes y Mitchell, 1984, en Aranda-Manteca, 1994)

5.25.- Análisis filogenético:

Se refiere a la relación entre las especies presentes y su linaje, se obtiene al comparar los patrones evolutivos de los distintos taxa, usando características morfológicas, reconociendo los caracteres primitivos y los que derivan de un proceso adaptativo. De esta manera se ubican las especies presentes en la asociación dentro del contexto evolutivo.

VI.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para establecer la relación de agrupación entre los especímenes descritos se realizó el análisis estadístico multivariado o de tipo "Cluster, que da como resultado gráficas de tipo "dendogramas o árbol". Para este análisis se utiliza el programa STATISTIC FOR WINDOWS de Microsoft versión 6.0, manejando el método de Ward y el porcentaje de discrepancia. Este análisis nos lleva a establecer la asociación entre grupos diferentes o parecidos, utilizando las características morfológicas distintivas con tipos morfológicos.

Los resultados se analizaron las relaciones de distancia de enlace, obtenidas en los diagramas de árbol. Se reconocen como iguales los especímenes que su distancia de enlace es cero. Y de acuerdo con las distancias se establecen las divisiones sistemáticas.

VII.-RESULTADOS

Se describen un total de 25 especímenes fósiles de cetáceos odontocetos, en el Miembro inferior de la Formación Almejas, durante las campañas de 1992, 1993, y 1994. Estas campañas fueron patrocinadas por el National Geographic Society y en ellas participaron el Natural History Museum of Los Angeles County (LACM), el Natural History Museum of San Diego (SDSHN), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS).

De los 25 especímenes descritos 16 corresponden a la familia Phocoenidae, de los cuales 12 se asignan a la subfamilia Phocoeninae (Gray, 1825) Barnes, 1984, todos correspondiendo posiblemente a un mismo género *aff. Phocoena*; cuatro se asignan a la subfamilia Phocoenoidinae, género *Piscolithax sp.*, uno de los cuales se asignado a *Piscolithax aff. boreios* Barnes, 1984. Cinco se asignan a la familia Monodontidea, dos del género *Denebola spp.* y tres a la especie *Denebola brachycephala* Barnes, 1984; tres se asignan a la familia Albireonidae y uno se asigna a la familia Physeteridae.

Los especímenes se encuentran relacionados a diferentes restos de elementos craneales y/o esqueléticos (Tabla XI) lo que hizo posible la identificación. Otros 20 especímenes asignados a odontoceti, no pudieron ser ubicados taxonómicamente (Tabla XII) por no tener asociadas partes craneales que permitan una ubicación sistemática más adelante del suborden.

Paleontología Sistemática

REINO ANIMAL

PHYLUM CHORDATA Haeckel, 1874

SUBPHYLUM VERTEBRATA

CLASE MAMMALIA Linnaeus, 1758

SUBCLASE THERIA

INFRACLASE EUTHERIA

ORDEN CETÁCEA Brisson, 1762

SUBORDEN ODONTOCETI Flower, 1867

SUPERFAMILIA: Delphinoidea (Gray, 1821) Flower, 1864.

FAMILIA Phocoenidae (Gray, 1825) Bravard, 1885

SUBFAMILIA Phocoeninae (Gray, 1825) Barnes, 1984.

GÉNERO *Phocoena* (Cuvier, 1817)

Diagnosis: Debido a que el género necesita revisión, no ha sido posible escribir una diagnosis completa. *P. spinipinnis* se distingue de *P. phocoena* por su distribución y patrón de color. Norris y McFarland, 1958 en Gaskin et al, 1974, comparan características craneales de cuatro especies conocidas de *Phocoena*. De acuerdo a sus datos *P. phocoena* puede ser distinguida especialmente de *P. sinus* por tener el borde coronoide de la mandíbula doblado lateralmente para formar un pequeño doblez; el maxilar entra al orbital y cubre el margen lateral del

frontal; el ancho de la exposición de los huesos frontales entre 8 y 9 mm en adultos; la razón en adultos entre el ancho y largo del cráneo cerca a 0.537; la razón del ancho y largo del rostrum de 0.47; el ancho del cigomático medio cruzando los procesos escamosales de 149.5mm; fórmula dental (incluyendo alvéolo) de 27 ó 28 y 26 abajo (Gaskin et al, 1974).

Otras características reportadas por Norris y McFarland, 1958, en Brownell R., 1983. que distinguen a *P. sinus* de *P. phocaena* son las siguientes: en *P. sinus*, 1) el cráneo es más pequeño en adultos con un rostrum relativamente más corto y extenso; 2) el axis basicraneal deflectado hacia abajo con un ángulo mayor, en relación al axis horizontal del rostrum; 3) el forámen magnum relativamente más grande; 4) el hueso maxilar no entra al orbital, pero está excluido por el margen lateral del hueso frontal en lugar de cubrir completamente el margen lateral del frontal y entrando al orbital; 5) el maxilar muestra relativamente una exposición más grande del aspecto dorsal de los huesos frontales, donde el último contacto es el supraoccipital; 6) la extensión anteroventral de los huesos nasales cubiertos por el mesetmoideo; 7) el borde posterior del palatino con una depresión media en forma de U, formada por el borde medio de los huesos pterigoideos redondeados, rugosos y triangulares y por la extensión ventral del vómer, la cual entra al palatino justamente detrás de los huesos palatinos. En *P. phocaena* el borde posterior del palatino tiene una depresión en forma de W, formada por la punta, usualmente aguda de los triangulares huesos pterigoideos y en la parte central, por la extensión del margen posterior de los palatinos, la cual algunas veces cubre completamente la extensión ventral del vómer, pero más frecuentemente deja esto como una

pequeña punta del hueso en su ápice (Brownell, 1983).

aff. *Phocoena* Morfotipo I

Material de referencia LGB 3402= UABC FCM 0073

Este espécimen corresponde a un cráneo sin el rostrum (morfometría ver Tabla XIII), presenta; y un Periótico (Tabla XIV) con la bula timpánica completos (Figuras 15 y 16).

Localidad: este espécimen fue colectado en el Arroyo Esqueletos, unidad 7; fué encontrada por Earl Carlson y colectado por Lawrence G. Barnes y Silvia Manzanilla el 15 de Marzo de 1992.

Descripción:

Cráneo: dorsalmente es pequeño y cuadrado; presenta una maxila grande con un foramen triangular a la altura del supraorbital y un foramen pequeño a la altura del nostrilo anterorbital, es circular en el contacto con el frontal; la premaxila es rectangular, presenta un foramen premaxilar pequeño, es prominente en la parte anterior a las narinas; las narinas son pequeñas y asimétricas; los nasales son pequeños, alargados y asimétricos; el ápice craneal es pequeño y poco elevado; el frontal es circular en su contacto con el occipital; el occipital es prominente y convexo; el lagrimal es corto y circular; el nostrilo anterorbital es pequeño y poco profundo. Lateralmente el supraorbital es pequeño; el mesetmoideo es prominente y convexo; y el pterigoideo es triangular y grande. Ventralmente el vómer es cóncavo y pequeño; el pterigoideo es corto.

Periótico: es mediano y globoso. Ventralmente la parte coclear tiene forma de arco, es mediana, con una fenestra rotunda profunda, de tamaño mediana, con

Tabla XIII.- Morfometría de los cráneos de odontocetos colectados en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior en Isla Cedros, B.C. México (en mm, * aprox.).

No. de Medida	73	1969	1963
1	270*	430*	422*
2	100*	160	200*
3	70	145	170*
4	40*	125	140
5	50*	110	111*
6	25*	45	62*
7	35*	90	98
8	170*	255	260*
9	190*	240	287*
10	20	235	250*
11	30*	280*	240*
12	38	240*	244*
13	30	42	47
14		29	
15	43	122	120
16		226*	240
17	85*	130	110
18	12*	160	140
19		130*	
20		70*	
21		64*	
22		60*	
23		3	3
24	25	40	45
25	90*	56	50
26		70	55*
27	23	78	90*
28		44	
29	10	13	7
33		13	
34		13	
40		5	3

Tabla XIV.- Morfometría de los huesos perióicos de la subfamilia Phocoeninae, colectados en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior de Isla Cedros, B.C. México. (* aprox.).

No. de Medida	2152	2153	2154	2155	2156	73	2157	2158	2159	2160	2161	2151
1	17	16	19	18	18	18	18	18	18	17	17	16
2	9.5	12	12	12	11	11	12	12	12	11	11	10
3	30	29	32	29	29	30	21	31	30	30	30	30
4	15	14.5	15	15	14	15	14	14	14	13	13	13
5	7	7	7	7	6	6	6	7	7	6	6	6
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	10	11	13	11	12	12	11	12	12	12	12	12
8	9	9	9	8	9	10	10	9	9	8	8	9
9	0	1	2	0	2	2	2	1	1	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	11	10.5	11	12	10	11	9.5	9	8	7	7	7
12	4.5	4	4.5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
13	2	1.5	3	3	3.5	3.5	3	2.5	2	2.5	2.5	2
14	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
15	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3

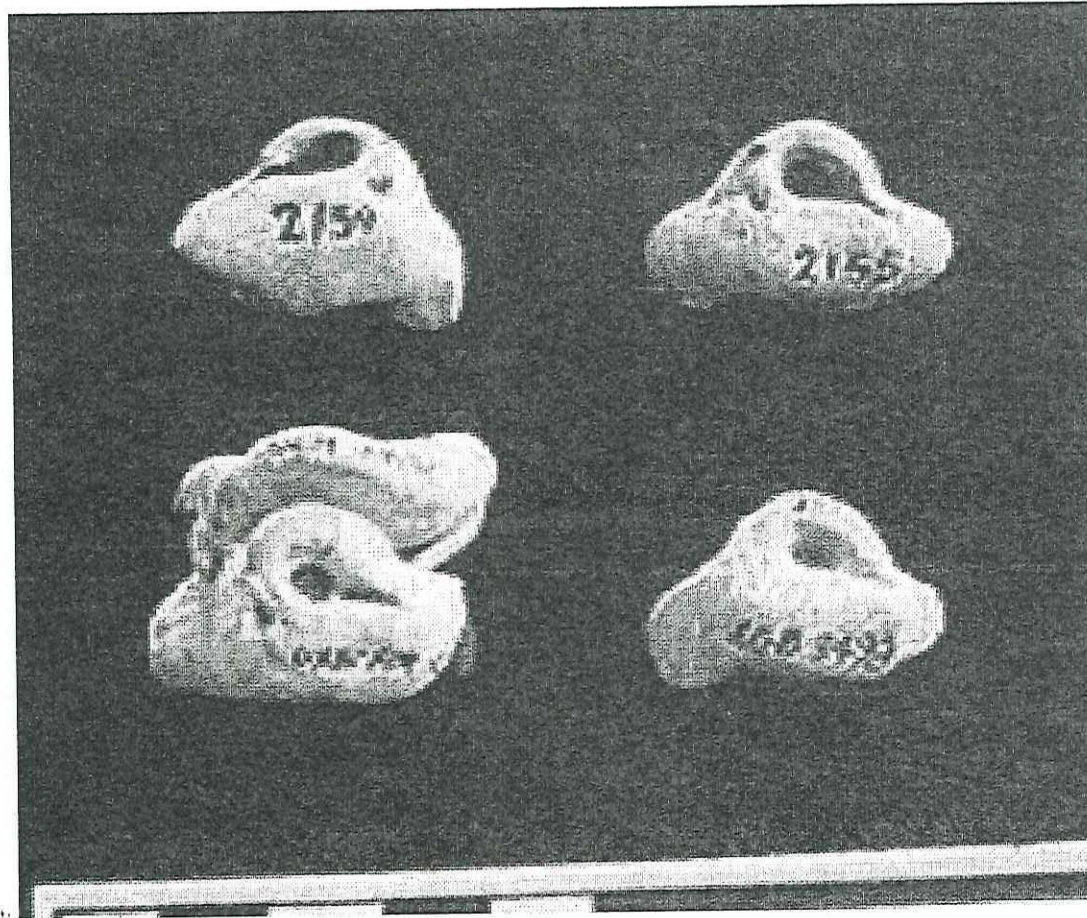


Figura 15.- Vista cerebral de los huesos periótricos morfotipos I y III de la Familia Phocoenidae. Línea superior de izquierda a derecha, periótico izquierdo UABC FCM 2154, y periótico derecho UABC FCM 2155, morfotipo III. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 0073, y periótico derecho UABC FCM 2156, morfotipo I

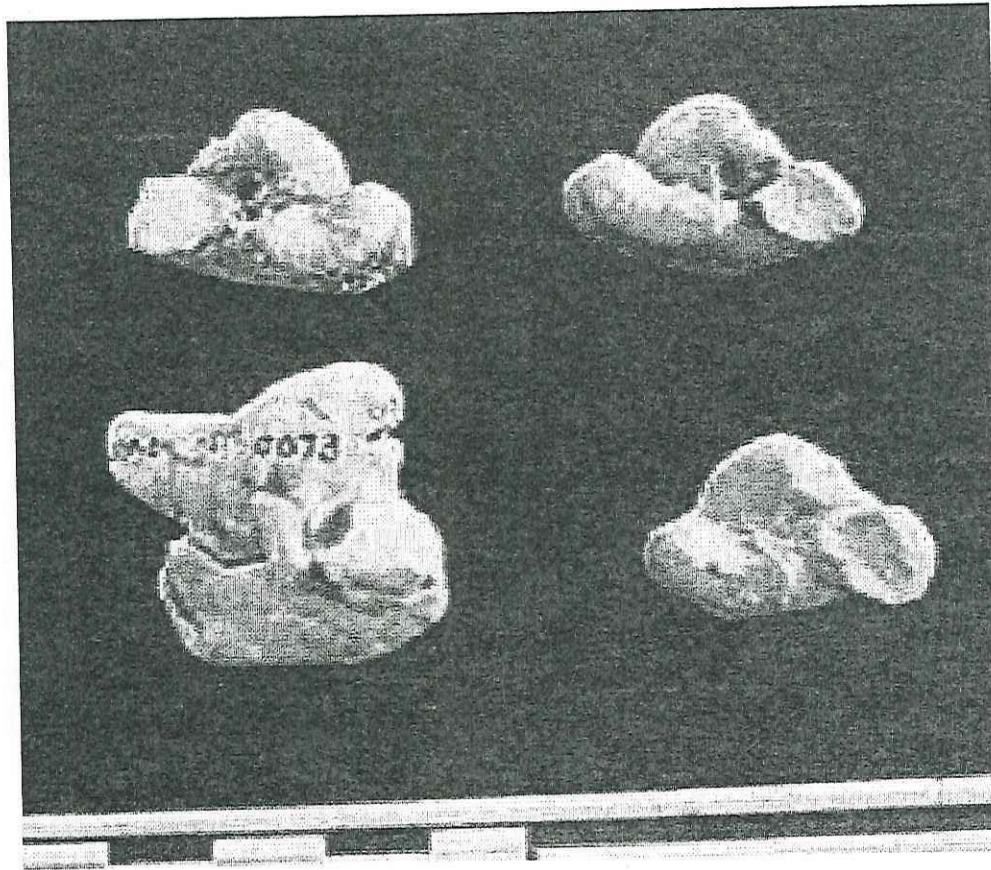


Figura 16.- Vista ventral de los huesos perióticos morfotipos I y III de la Familia Phocoenidae. Línea superior de izquierda a derecha, periótico izquierdo UABC FCM 2154, y periótico derecho UABC FCM 2155, morfotipo III. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 0073, y periótico derecho UABC FCM 2156, morfotipo I

un pequeño canal hacia el cerebro y una pequeña protuberancia debajo de este canal; el canal del nervio facial es profundo y semiabierto; presenta un surco mediano entre la parte coclear y el proceso anterior; el proceso anterior es sencillo, no surcado y ancho; el proceso posterior es grande, globoso y plano. En vista lateral, el periótico está en ángulo agudo y presenta una punta en el proceso anterior. En vista cerebral la superficie es poco plana; el meato acústico interno es elíptico, alargado hacia el proceso anterior, y contiene al acueducto de Fallopii y la foramina singular; el acueducto coclear es pequeño y profundo; y el acueducto vestibular es grande y poco profundo.

Bula Timpánica: en vista externa presenta un involucrum grande y circular; el proceso sigmoideo es pequeño y rectangular; el proceso posterior es mediano, circular y presenta un proceso muscular elíptico y grande; el proceso anterior es pequeño y alargado. En vista dorsal, se observa corta y ancha.

aff. *Phocoena* morfotipo I

Material de referencia LGB 3493= UABC FCM 2156:

Este espécimen corresponde a un periótico derecho completo (Tabla XIV) y el cuerpo de la bula (Figuras 15 y 16).

Localidad: fueron colectados en la unidad 1, entre los dos tributarios del Arroyo Delfín, en la mesa de la "colina de dientes" por Lawrence G. Barnes el 3 de Abril de 1993.

aff. *Phocoena* morfotipo II

Material de referencia DPW 2342= UABC FCM 2152:

Consiste de un Periótico (Tabla XIV) y una bula timpánica derechos (Figuras

17 y 18).

Localidad: este espécimen fue colectado en el Arroyo Esqueletos, unidad 6 por David P. Whistler.

Descripción:

Periótico: ventralmente es globoso; la parte coclear es pequeña y bulbosa, presenta una fenestra rotunda grande; el canal del nervio facial es profundo y abierto; no presenta surco entre la parte coclear y el proceso anterior; el proceso anterior es sencillo y no está surcado; el proceso posterior es grande, cuadrado, no termina en punta y la superficie es lisa. En vista lateral, el periótico es ancho; el proceso posterior está en ángulo agudo con el proceso anterior, éste último presenta una punta. En vista cerebral tiene una superficie convexa; el meato acústico interno es elíptico y se alarga hacia el proceso anterior y no está separado del acueducto de Fallopii; el acueducto coclear y el acueducto vestibular son pequeños.

Bula Timpánica: en vista externa presenta un involucrum grande y puntiagudo; el proceso sigmoideo es cuadrado y pequeño; el proceso posterior es grande y circular; el proceso anterior es pequeño y grueso. En vista dorsal la bula es alargada y delgada.

aff. *Phocoena* morfotipo II

Material de referencia IC-94-025= UABC FCM 2153:

Consiste de las porciones anterior y posterior de la mandíbula izquierda (Tabla XV) (Figura 19), el periótico derecho completo (Tabla XIV) (Figuras 17 y 18), la bula timpánica derecha casi completa, dos fragmentos del atlas, el axis completo,



Figura 17.- Vista cerebral de los huesos perióticos morfotipos II y IV de la Familia Phocoenidae. Línea superior de izquierda a derecha, periótico derecho UABC FCM 2152, y periótico derecho UABC FCM 2157, morfotipo II. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 2153, morfotipo II ; periótico izquierdo UABC FCM 2158, y periótico derecho UABC FCM 2159, morfotipo IV

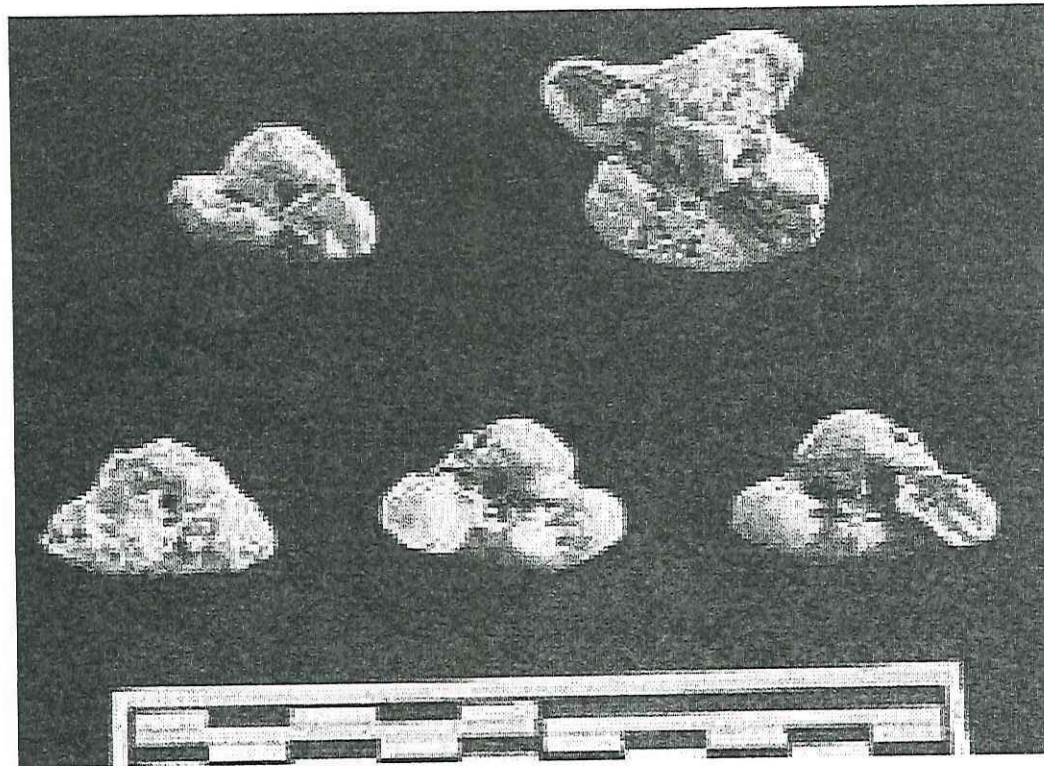


Figura 18.- Vista ventral de los huesos perióticos morfotipos II y IV de la Familia Phocoenidae. Línea superior de izquierda a derecha, periótico derecho UABC FCM 2152, y periótico derecho UABC FCM 2157, morfotipo II. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 2153, morfotipo II ; periótico izquierdo UABC FCM 2158, y periótico derecho UABC FCM 2159, morfotipo IV

Tabla XV.- Morfometría de las mandíbulas de odontocetos, colectadas en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior de Isla Cedros, B.C: México. (* aprox.).

No. de Medida	2153	1968
36		14
37	320*	370
38	80	125
39	137*	135

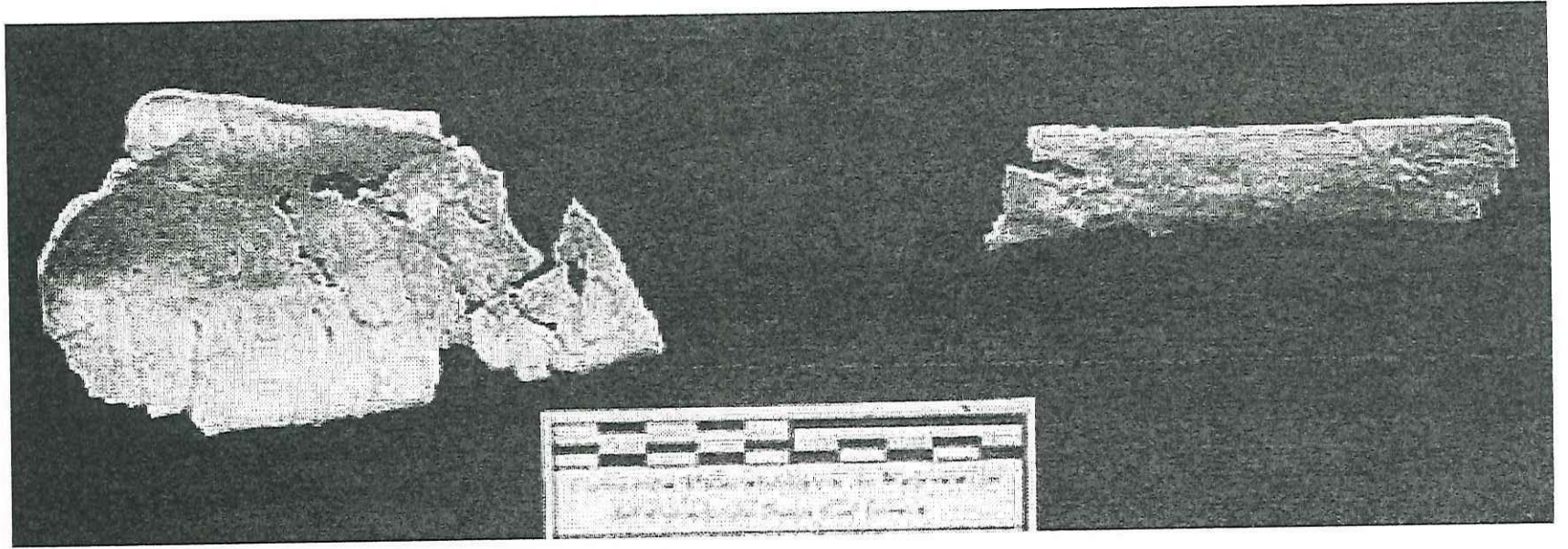


Figura 19.- Vista lateral interna de la mandibula UABC FCM 2153, morfotipo II de la familia Phocoenidae

tres fragmentos de vértebras cervicales, una vértebra cervical completa, la primer vértebra torácica sin apófisis, una vértebra torácica muy completa, cuatro vértebras torácicas muy fragmentadas, tres discos intervertebrales fragmentados, y una vértebra caudal completa (Tabla XVI) y fragmentos de costillas.

Localidad: este espécimen fue colectado en el Arroyo Delfín, localidad Kilmer, en la unidad 12 por Francisco Javier Aranda Manteca y Susy Sánchez Gutiérrez.

Descripción:

Mandíbula: en vista lateral es larga y delgada; el cóndilo mandibular es pequeño; el proceso coronoideo es corto, ancho y no está a la misma altura del cóndilo; presenta dos forámenes en la parte anterior. La rama de dientes, en el fragmento encontrado, presenta 20 orificios dentales pequeños y poco profundos. En vista interna la fosa temporal es muy larga y la sínfisis es pequeña y larga.

En cuanto a la forma es muy parecida a RHT 1308, correspondiente a *Pixcolithax boreios* Barnes, 1984 descrito para la Formación Almejas inferior. Difiere en que el proceso coronoideo es más puntiagudo, la apófisis mandibular es más alargada y está en la mitad superior.

Periótico: ventralmente es globoso; la parte coclear es pequeña y bulbosa, presenta una fenestra rotunda pequeña; canal del nervio facial profundo y abierto; no presenta surco entre la parte coclear y el proceso anterior; el proceso anterior es sencillo y no está surcado; el proceso posterior es grande, cuadrado, no termina en punta y la superficie es plana. En vista lateral es ancho; el proceso posterior está en ángulo agudo con el proceso anterior, éste último presenta una punta. En vista

Tabla XVI.- Morfometría de las vértebras de odontocetos, colectadas en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior en Isla Cedros, B.C. México. (* aprox.).

No de Medida	2153	2169	1968
5			2
6	82*	77	114
7	66*	54	95
8	23	31	40*
9	0	61	7
10	39	41	61
11			6
12	22	26	
28			200*
29			235

cerebral tiene una superficie convexa; el meato acústico interno es elíptico y muy alargado hacia el proceso anterior y no está separado del acueducto de Fallopii; el acueducto coclear y el acueducto vestibular son pequeños.

Bula Timpánica: es larga y ancha. Dorsalmente presenta un proceso anterior largo; un proceso sigmoideo pequeño y un involucrum muy delgado, que no es ni la mitad de todo el hueso. La apertura timpánica del canal de Eustaquio es pequeña.

Atlas: es elíptico, con un arco neural pequeño y de forma arqueada, los procesos transversos son cuadrados y medianamente largos, las facetas anteriores son cóncavas y presentan una gran área, las facetas posteriores son pequeñas y planas.

Al comparar el atlas con RHT 1308 de la colección del LACM, se encontró que en el espécimen UABC FCM 2153 las facetas anteriores son más prominentes en la porción superior y tienen una forma más elíptica. Las facetas posteriores son más circulares y el canal neural es más punteado en la porción posterior.

Axis: en vista anterior presenta un proceso odontoideo pequeño y muy poco marcado, las facetas anteriores son planas y se encuentran sobre los procesos transversos. En vista posterior el cuerpo tiene forma de corazón. La espina neural es larga y se eleva muy por encima del cuerpo.

Vértebras cervicales: la vértebra más completa, en vista lateral es pequeña, delgada y tiene forma cuadrada. Los fragmentos de estas vértebras no presentan vestigios de que hallan estado fusionados.

Vértebras torácicas: el cuerpo de la vértebra más completa es en forma de corazón en la parte anterior y son muy esbeltas en la parte media. El canal neural

es amplio y tiene forma de pentágono. La faceta del tuberculum es pequeña y se encuentra a la misma altura del proceso transversal que es corto.

Vértebras lumbares: la vértebra más completa, en vista lateral es ancha y tiene forma semicircular. Presenta un canal neural triangular que ocupa la mitad del largo total de la espina neural. La espina neural es corta y ancha lateralmente. Los procesos transversos en vista dorsal son rectangulares.

Vértebra caudal: en vista anterior esta vértebra es rectangular y en vista lateral es gruesa.

aff. *Phocoena* morfotipo II

Material de referencia LGB 3409= UABC FCM 2157:

Este espécimen corresponde a un periótico derecho (Tabla XIV) (Figuras 17 y 18).

Localidad: este espécimen fue colectado en la división entre el Arroyo Esqueletos y el Arroyo Tiburón, flotando en la unidad 1; por Miguel Téllez el 15 de Marzo de 1992.

A diferencia de *Phocoena* morfotipo I: 1) la parte coclear es más pequeña; 2) no presenta canal hacia el cerebro ni una protuberancia en la fenestra rotunda; y 3) no presenta surco entre la parte coclear y el proceso anterior.

aff. *Phocoena* morfotipo III

Material de referencia LGB 3512= UABC FCM 2154:

Este espécimen corresponde a un periótico derecho (Tabla 14) (Figuras 15 y 16).

Localidad: este espécimen fue colectado en el Arroyo Delfín, en la localidad Kilmer, unidad 12, por Lawrence G. Barnes el 4 de Abril de 1993.

Descripción:

Periótico: largo, mediano y globoso. Ventralmente la parte coclear es mediana y en forma de arco, presenta una fenestra rotunda profunda, mediana, con un pequeño canal hacia el cerebro y una pequeña protuberancia debajo de este canal; el canal del nervio facial es profundo y semiabierto; no presenta un surco entre la parte coclear y el proceso anterior; el proceso anterior es sencillo, surcado y ancho; el proceso posterior es grande, globoso y presenta 2 rugosidades. Lateralmente es angular y presenta una punta en el proceso anterior. Cerebralmente la superficie es poco plana; el meato acústico interno es elíptico, alargado hacia el proceso anterior y contiene al acueducto de Fallopii y la foramina singular; el acueducto coclear es pequeño y profundo; y el acueducto vestibular es grande y poco profundo.

aff. *Phocoena* morfotipo III

Material de referencia LGB 3333= UABC FCM 2155:

Este espécimen corresponde a un periótico izquierdo completo (Tabla XIV) (Figuras 15 y 16).

Localidad: este espécimen fue colectado en el Arroyo Delfín, por Lawrence Barnes el 26 de Febrero 1992.

A diferencia de *Phocoena* morfotipo II en: 1) la parte coclear es mediana; 2) Presenta un canal hacia el cerebro y una protuberancia en la fenestra rotunda; 3) el proceso anterior está surcado; 4) el proceso posterior tiene una superficie rugosa;

4) el acueducto vestibular es grande; y 5) presenta una sinuosidad, en el meato acústico interno, a la altura del acueducto de Fallopii.

aff. *Phocoena* morfotipo IV

Material de referencia LGB 3511= UABC FCM 2158:

Este espécimen corresponde a un periótico izquierdo completo (Tabla XIV) (Figuras 17 y 18).

Localidad: espécimen colectado en la localidad Kilmer, Arroyo Delfín, en la unidad 14, por Gerardo González el 5 de Abril de 1993.

Descripción:

Periótico: es mediano y globoso. Ventralmente la parte coclear es pequeña y en forma de arco, con una fenestra rotunda profunda, grande y con una pequeña protuberancia; el canal del nervio facial es profundo y abierto; no presenta un surco entre la parte coclear y el proceso anterior; el proceso anterior es sencillo, no surcado y ancho; el proceso posterior es mediano, cuadrado y plano. Lateralmente es anguloso y presenta una punta en el proceso anterior. Cerebralmente la superficie es plana; el meato acústico interno es elíptico, alargado hacia el proceso anterior y contiene la foramina singular; el acueducto de Fallopii presenta una pequeña separación del meato acústico interno; el acueducto coclear es pequeño y profundo; y el acueducto vestibular es grande y poco profundo.

aff. *Phocoena* morfotipo IV

Material de referencia LGB 3382= UABC FCM 2159:

Este espécimen corresponde a un periótico derecho completo (Tabla XIV) (Figuras 17 y 18).

Localidad: espécimen colectado en el Arroyo Esqueletos, en la unidad 9, por Lawrence G. Barnes el 5 de Marzo de 1992.

Se diferencia de *Phocoena* morfotipo III en: 1) no presenta un canal hacia el cerebro en la fenestra rotunda; 2) tiene una superficie cerebral plana; y 3) el acueducto de fallopii esta separado muy poco del meato acústico interno.

aff. *Phocoena* morfotipo V

Material de referencia IC-94-026= UABC FCM 2160:

Este espécimen corresponde a un periótico derecho completo (Tabla XIV) (Figuras 20 y 21).

Localidad: espécimen colectado en el Arroyo Delfín, unidad 11; por Francisco Javier Aranda Manteca y Susy Sánchez Gutiérrez.

Descripción:

Periótico: es pequeño y globoso. Ventralmente la parte coclear es pequeña en forma de arco, con una fenestra rotunda profunda, mediana y con un pequeño canal hacia el cerebro; el canal del nervio facial es profundo y semiabierto; presenta un surco mediano entre la parte coclear y el proceso anterior; el proceso anterior es sencillo, no surcado y ancho; el proceso posterior es pequeño, cuadrado, termina en punta y es plano. Lateralmente es anguloso y presenta una punta en el proceso anterior. Cerebralmente la superficie es poco convexa; el meato acústico interno es elíptico, alargado hacia el proceso anterior, y contiene la foramina singular y al acueducto de Fallopii que está separada del meato acústico interno por una pequeña protuberancia superficial; el acueducto coclear es pequeño y profundo; y el acueducto vestibular es grande y poco profundo.

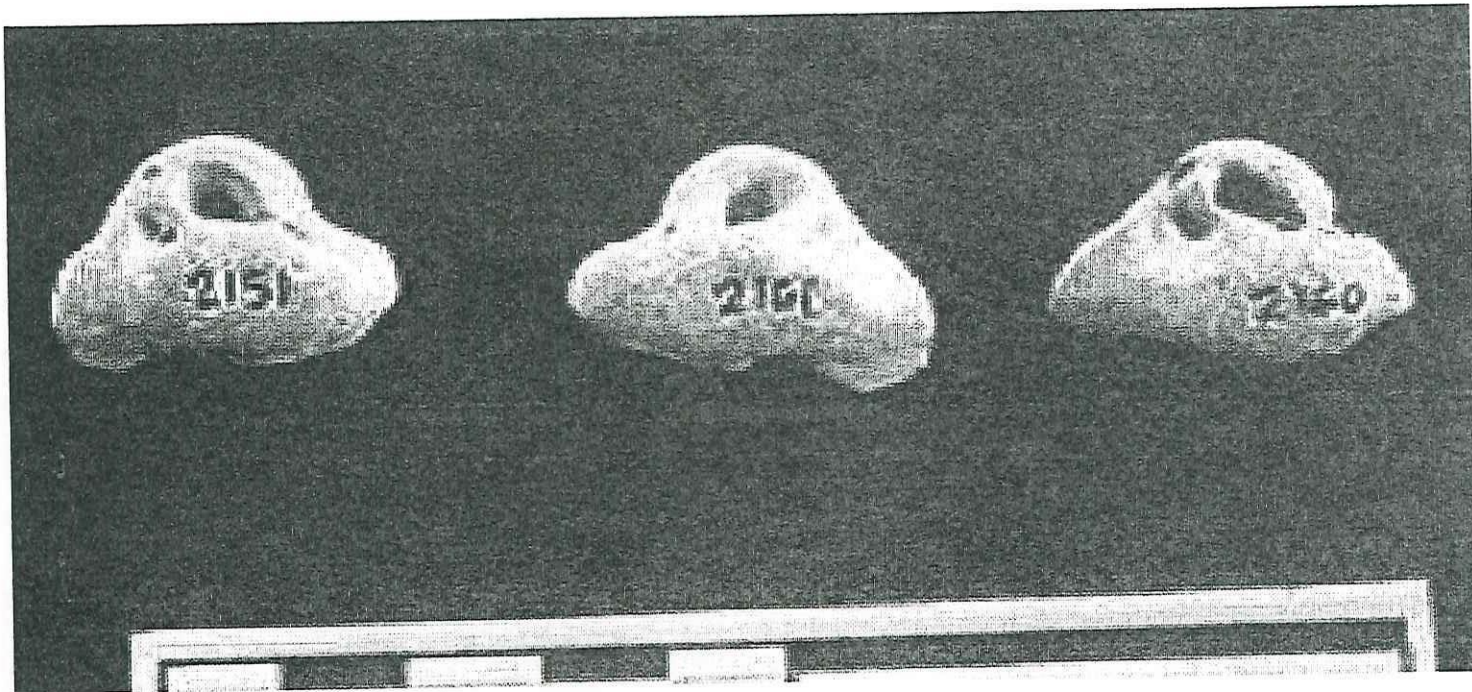


Figura 20.- Vista cerebral de los huesos periótricos morfotipo V de la Familia Phocoenidae. De izquierda a derecha, periótico derecho UABC FCM 2151, periótico izquierdo UABC FCM 2161 y periótico derecho UABC FCM 2160

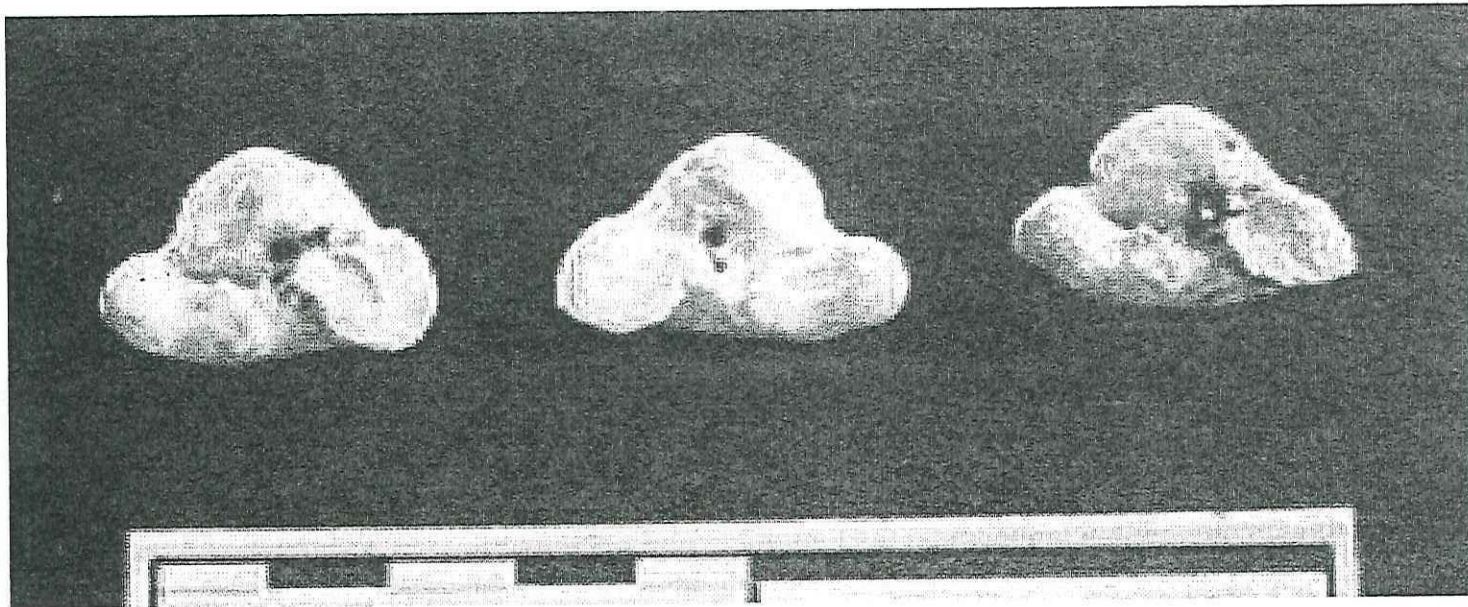


Figura 21.- Vista ventral de los huesos perióticos morfotipo V de la Familia Phocoenidae. De izquierda a derecha, periótico derecho UABC FCM 2151, periótico izquierdo UABC FCM 2161 y periótico derecho UABC FCM 2160

aff. *Phocoena* morfotipo V

Material de referencia LGB 3342= UABC FCM 2161:

Este espécimen corresponde a un periótico derecho, erosionado el proceso posterior y el anterior en vista ventral (Tabla XIV) (Figuras 20 y 21).

Localidad: espécimen colectado en el Arroyo Esqueletos, en la parte superior de la unidad 2; por Lawrence G. Barnes el 28 de Febrero de 1992.

aff. *Phocoena* morfotipo V

Material de referencia UABC FCM 2151:

Este espécimen corresponde a un periótico izquierdo completo (Tabla XIV) (Figuras 20 y 21).

Localidad: espécimen colectado en el Arroyo Tiburón, unidad 10; por Francisco Javier Aranda Manteca.

A diferencia de *Phocoena* morfotipo IV en: 1) el periótico es pequeño; 2) la fenestra rotunda es mediana y con un canal hacia el cerebro; 3) presenta una separación entre la parte coclear y el proceso anterior; 4) el proceso posterior es pequeño y termina en punta; 5) la superficie cerebral es convexa; y 6) el acueducto de fallopii esta separado más, del meato acústico interno.

SUBFAMILIA Phocoenoidinae Barnes 1984

Diagnosis de la subfamilia: subfamilia de la familia Phocoenidae que difiere de Phocoeninae por tener una talla de cuerpo más grande en la madurez, cráneo con un rostrum relativamente largo en las especies primitivas, distalmente el rostrum no está tornado hacia abajo, plano del campo occipital orientado más

verticalmente, la superficie facial posterior hasta las narinas, asciende con más pendiente al vértice craneal; vértice más alto y más ancho, con el frontal no formado dentro de una protuberancia prominente, fosa temporal más pequeña; larga corona de dientes, de forma cónica y sin accesorios en la cúspide, o en vestigios de especies derivadas y con cúspides, no espatulados, con cúspides expandidos como en *Phocaena* y *Neophocaena*; senos posteriores del sistema de senos de aire en el proceso paraoccipital, pequeños o ausentes en las especies primitivas; periótico con largos procesos posterior y anterior y con la porción coclear rotada anteriormente, relativamente hacia la parte lateral del hueso; en especies derivadas, un mayor número de vértebras con centro en las regiones lumbar y caudal enormemente comprimidas anteroposteriormente (Barnes, 1984b).

GÉNERO *Piscolithax* de Muizon 1983b

Diagnosis del género: género de la subfamilia Phocoenoidinae que difiere de *Loxolithax* (*L. stocktoni*) y *Phocoenoides* por tener un cráneo más largo, la corona de dientes cercana a una forma cónica, proceso anterorbital más grande, nostrilo anterorbital más profundo, rostrum más largo y proximalmente más ancho, crestas lomboidales más grandes bordeando la fosa temporal, proceso zigomático del escamoso más grande, ninguna excavación en el seno posterior del sistema de senos de aire en el proceso paraoccipital, una excavación más pequeña en el basisfenoideo en lugar de una extensión media del seno pterigoideo, lagrimal más grande, proceso hamular de los pterigoideos cerradamente comprimidos medianamente y separados por unos palatinos más estrechos, el lumen del meato

acústico externo bien desarrollado en el escamoso, cóndilos occipitales más grandes, fosa temporal más grande, periótico con una porción coclear y un proceso posterior grandes, porción lateral del periótico bulbosa, la faceta articular de la bula timpánica ligeramente cóncava y estriada; y que difiere más lejanamente de *Phocoenoides* por tener terminaciones posteriores de la premaxila más grande, la superficie palatal no es plana posteriormente, pero es convexa cerca de la sutura palato-maxilar, y las vértebras atlas y axis no están fusionadas una con otra y que difieren de *Loxolithax (L.stocktoni)* por tener un vértice craneal más alto y los huesos nasales más pequeños (Barnes, 1984b).

***Piscolithax boreios* Barnes, 1984**

Diagnosis de la especie: Una especie de *Piscolithax* que difiere de *P. tedfordi* y *P. Longirostris* por tener un cráneo con eminencias premaxilares más convexas, terminaciones posteriores de la premaxila, más pequeñas superficies premaxilares deprimidas en la parte proximal del rostrum anterior a la foramina premaxilar, una ancha exposición de los huesos del palatino (cerca de 25 mm), entre los senos pterigoideos y mayor número de dientes; que difiere lejanamente de *P. Longirostris*, por tener unos huesos nasales más pequeños, procesos anteorbitales mayores, y proceso coronoide del dentario inferior no extendido posteriormente; y difiere lejanamente de *P. tedfordi* por tener los huesos nasales más grandes, proceso anteorbital más pequeño y los cóndilos occipitales menos prominentes (Barnes, 1984b).

***Piscolithax aff. boreios* Barnes, 1984**

Material de referencia LGB 3543= UABC FCM 2164:

Este espécimen corresponde a un periótico izquierdo completo (Tabla XVII) (Figuras 22 y 23) y al cuerpo de la bula.

Localidad: este espécimen fue colectado en el Arroyo Delfín, unidad 6; por Lawrence G. Barnes el 16 de Abril de 1993.

Descripción:

Periótico: pequeño y sinuoso en la base. Ventralmente la parte coclear es bulbosa, con una fenestra rotunda profunda y grande; el canal del nervio facial es profundo y abierto; presenta un surco entre la parte coclear y el proceso anterior; el proceso anterior es sencillo y surcado; el proceso posterior es grande, termina en punta y es rugoso. Lateralmente es plano. Cerebralmente la superficie es convexa; el meato acústico interno es elíptico, alargado hacia el proceso anterior y contiene al acueducto de Fallopii y la foramina singular; el acueducto coclear es pequeño y profundo; y el acueducto vestibular es grande y profundo.

***aff Phiscolithax* morfotipo I**

Material de referencia LGB 3493 b= UABC FCM 2162:

A este espécimen corresponde un periótico derecho completo (Tabla XVII) (Figuras 22 y 23).

Localidad: espécimen colectado en la unidad 1, entre los dos tributarios del Arroyo Delfín; por Lawrence G. Barnes el 3 de Abril de 1993.

Tabla XVII.- Morfometría de los perióticos del género *Piscolithax* colectados en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior de Isla Cedros, B.C. México. (* aprox.).

No. de Medida	2162	1984	2164
1	15	16	16
2	11	11	13
3	26	28*	27
4	13.5	15	14
5	6	6	6
6	1	1	1
7	10	10*	10
8	9	8*	9
9	1	1	4
10	1	3	2.5
11	10	8	9
12	5	4	5
13	2	2	2
14	1	2	2
15	2	3	3



Figura 22.- Vista cerebral de los huesos perióticos del género *Piscolithax* (línea superior) y de la Familia Albireonidae (línea inferior). Línea superior de izquierda a derecha, periótico izquierdo UABC FCM 2164, aff *Piscolithax boreios*; periótico derecho UABC FCM 2162, morfotipo I; y periótico derecho UABC FCM 1984, morfotipo II. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 2166, periótico izquierdo UABC FCM 1985, y periótico derecho UABC FCM 2167

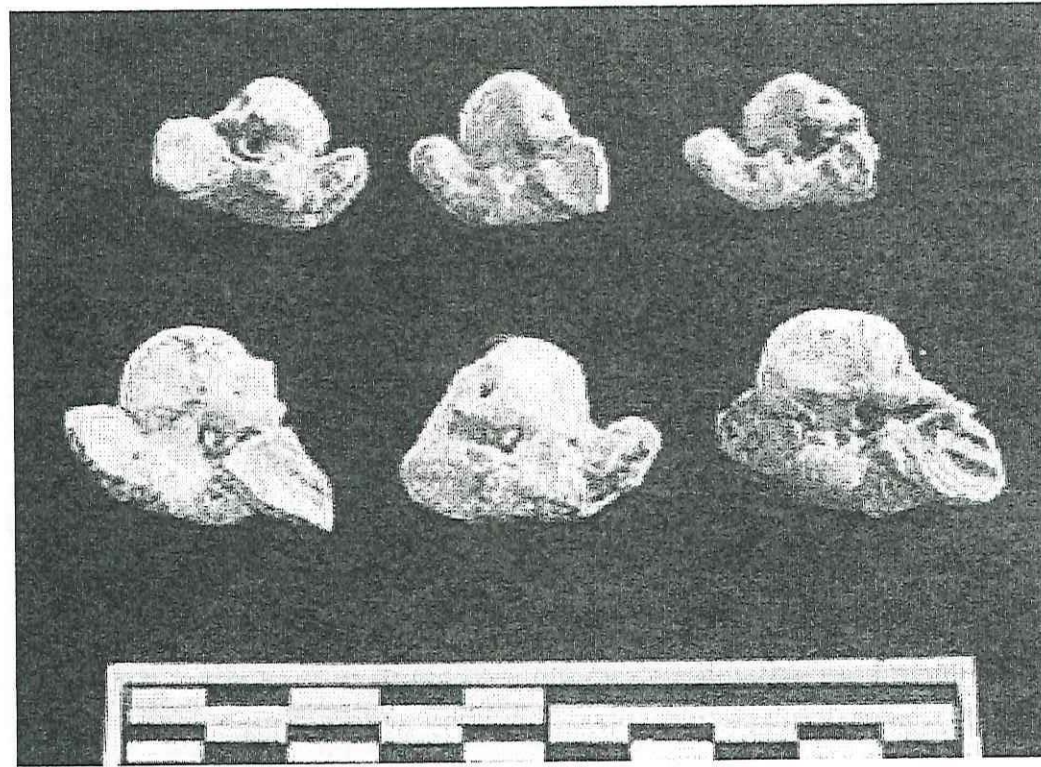


Figura 23.- Vista ventral de los huesos perióticos del género *Piscolithax* (línea superior) y de la Familia Albireonidae (línea inferior). Línea superior de izquierda a derecha, periótico izquierdo UABC FCM 2164, aff *Piscolithax boreios*; periótico derecho UABC FCM 2162, morfotipo I; y periótico derecho UABC FCM 1984, morfotipo II. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 2166, periótico izquierdo UABC FCM 1985, y periótico derecho UABC FCM 2167

Descripción:

Periótico: es pequeño y sinuosa en la base. Ventralmente la parte coclear es bulbosa, con una fenestra rotunda profunda y grande; el canal del nervio facial es profundo y abierto; presenta un surco entre la parte coclear y el proceso anterior; el proceso anterior es sencillo y no surcado; el proceso posterior es pequeño, termina en punta y es ligeramente rugoso. Lateralmente es plano. Cerebralmente la superficie es cóncava y muy lisa; el meato acústico interno es elíptico y alargado hacia el proceso anterior, contiene al acueducto de Fallopii y la foramina singular; el acueducto coclear es pequeño y profundo y el acueducto vestibular es pequeño.

A diferencia de *Piscolithax boreios*: 1) el proceso anterior no está surcado; 2) el proceso posterior es pequeño y ligeramente rugoso; 3) la superficie cerebral es cóncava y muy plana; y 4) el acueducto vestibular es pequeño.

aff Phiscolithax* morfotipo II*Material de referencia UABC FCM 1984:**

Este espécimen corresponde a un períotico derecho sin el proceso posterior (Tabla XVII) (Figuras 22 y 23).

Localidad: espécimen colectado en el Arroyo Tiburón, unidad 10; por Francisco Javier Aranda Manteca.

Descripción:

Periótico: es pequeño y sinuoso en la base. Ventralmente la parte coclear es bulbosa, con una fenestra rotunda profunda y grande; el canal del nervio facial es profundo y abierto; presenta un surco entre la parte coclear y el proceso anterior; el

proceso anterior es sencillo y no surcado. Lateralmente es plano. Cerebralmente la superficie es plana; el meato acústico interno es elíptico, alargado hacia el proceso anterior y contiene al acueducto de Fallopii y la foramina singular; el acueducto coclear es pequeño y profundo; y el acueducto vestibular es grande y profundo.

Se diferencia de *Piscolithax* morfotipo I en: 1) la superficie cerebral es plana; y 2) el acueducto vestibular es grande y profundo.

aff *Piscolithax* morfotipo III

Material de referencia LGB 3379= UABC FCM 2169:

Este espécimen está asignado a restos esqueléticos de un delfín que se encontraron en estado muy dañado. El material más completo es un atlas que le falta únicamente la punta izquierda del proceso transversal, axis sin la espina neural, dos vértebras cervicales, una vértebra torácica muy fragmentada de la espina neural (Tabla XVI), fragmentos de costillas, y la escápula derecha completa pero muy fragmentada (Tabla XVIII).

Localidad: espécimen colectado en el Arroyo Esqueletos, unidad 10; por Lawrence G. Barnes el 5 de Marzo de 1992.

Descripción:

Atlas: es elíptico; con un arco neural muy arqueado; los procesos transversales anchos, gruesos y largos; las facetas anteriores son muy cóncavas y no están alargadas; la espina neural es muy pequeña; las facetas posteriores son pequeñas y planas; el proceso hiopofisial es circular en la base del axis, muy prominente y con tres quillas en la parte postero-inferior.

Axis: es muy largo y delgado. Las facetas anteriores son poco cóncavas y se

Tabla XVIII.- Morfometría de la escapula del morfotipo III del género *Piscolithax*, colectada en 1992, UABC FCM 2169.

No. de Medida	En mm.
1	165
2	183
3	30
4	20
5	25

encuentran cubriendo la mitad de los procesos transversos; los procesos transversos son largos. En vista posterior el cuerpo de la vértebra es pentagonal.

Vértebra cervical: lateralmente el cuerpo es delgado. En vista anterior es de tamaño mediano y con forma hexagonal. El arco neural es esbelto, formado por un arco neural delgado, con una espina neural poco elevada y los procesos transversos lateralmente anchos.

Vértebra torácica: en vista anterior el cuerpo tiene forma triangular y se adelgaza en el centro. El canal neural es amplio y tiene forma pentagonal.

Escápula: es circular; con un proceso coracoides ancho y largo; un proceso metacromion largo y rectangular; y una fosa glenoidea profunda y elípticamente alargada.

FAMILIA: Monodontidea Gray, 1821.

SUBFAMILIA Delphinapterinae Gill, 1871

GÉNERO *Denebola* Barnes 1984.

Diagnosis del género: un género de *Delphinapterinae* que difiere de *Delphinapterus leucas* (Pallas, 1776), por tener un cráneo relativamente más pequeño y más ancho, con rostrum, amplio y plano, cresta occipital más prominente, vértice del cráneo moderadamente elevado, nasales más grandes, premaxila lateralmente expandida, pero no arqueada a lo largo de los márgenes medios, 15 o 16 dientes presentes en cada lado del rostrum, uno de los cuales se localiza en la premaxila (Barnes, 1984b).

***Denebola aff brachycephala* Barnes, 1984.**

Material de referencia LGB 3427= UABC FCM 2165:

Es un cráneo asimétrico muy completo (Tabla XIX), la mitad izquierda es un poco más delgada que la derecha y el rostrum sobresale ligeramente en el margen anterior. En vista dorsal (Figura 24) la parte derecha es la más completa, presenta la maxila, la premaxila, la apófisis maxilar, el frontal, el nasal y los cigomáticos completos; en la parte izquierda, la premaxila, la apófisis maxilar y el nasal están completos, mientras que la maxila en la parte posterior está incompleta, hace falta también el frontal y un fragmento del cigomático. La parte posterior del cráneo está ausente, faltan el hueso supraoccipital y los cóndilos occipitales. Ventralmente (Figura 25) presenta la maxila, la premaxila y los palatinos completos. El proceso supraorbital derecho y el alisfenoideo derecho están completos. Del lado izquierdo el proceso supraorbital está incompleto y hace falta el alisfenoideo, el frontal, el basioccipital y el basisfenoideo.

También se encontró el hueso periótico izquierdo (Tabla XIX), el cuál está completo (Figuras 26 y 27).

Localidad: Los huesos fósiles asignados a este espécimen, fueron encontrados en la unidad 10 del Arroyo Esqueleto; por Francisco Javier Aranda Manteca el 23 de marzo de 1993.

Descripción:

Cráneo: Dorsalmente presenta un rostrum ancho, corto, y no termina en punta. Aproximadamente de la mitad hacia enfrente la premaxila no cambia su anchura; la maxila en la base del rostrum presenta cuatro incisiones maxilares, y se

Tabla XIX.- Morfometría de los perióticos de las familias Monodontidae, y Albiroonidae, colectados en las campañas 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior en Isla Cedros, B.C. México.

No. de Medida	1985	2167	2166	1968	2165	2163	2168
1	19	23	19	21	22	19	20
2	13	14	14	15	15	14	15
3	32*	36*	34	35*	36	31	33
4	16	19*	17	18	15	17	17
5	5	6*	5	3	5	6	7
6	1	1*	1	1	1	1	1
7	14*	15	15	15*	15	11	11
8	10*	11	8	9*	8	8	8
9		3	3	3*	4	6	1
10	4	4*	4	3	3.5	3.5	3
11	9	9	7	10	9	10	8
12	5	6	6	7	7	7	6
13	3	3	3	4	4	4	3
14	2	2	2	3	1.5	1	2
15	2	3	3	3	3	3	3



FIGURA24.- Vista dorsal del cráneo UABC FCM 1969, aff *Denebola brachycephala* Barnes, 1984.

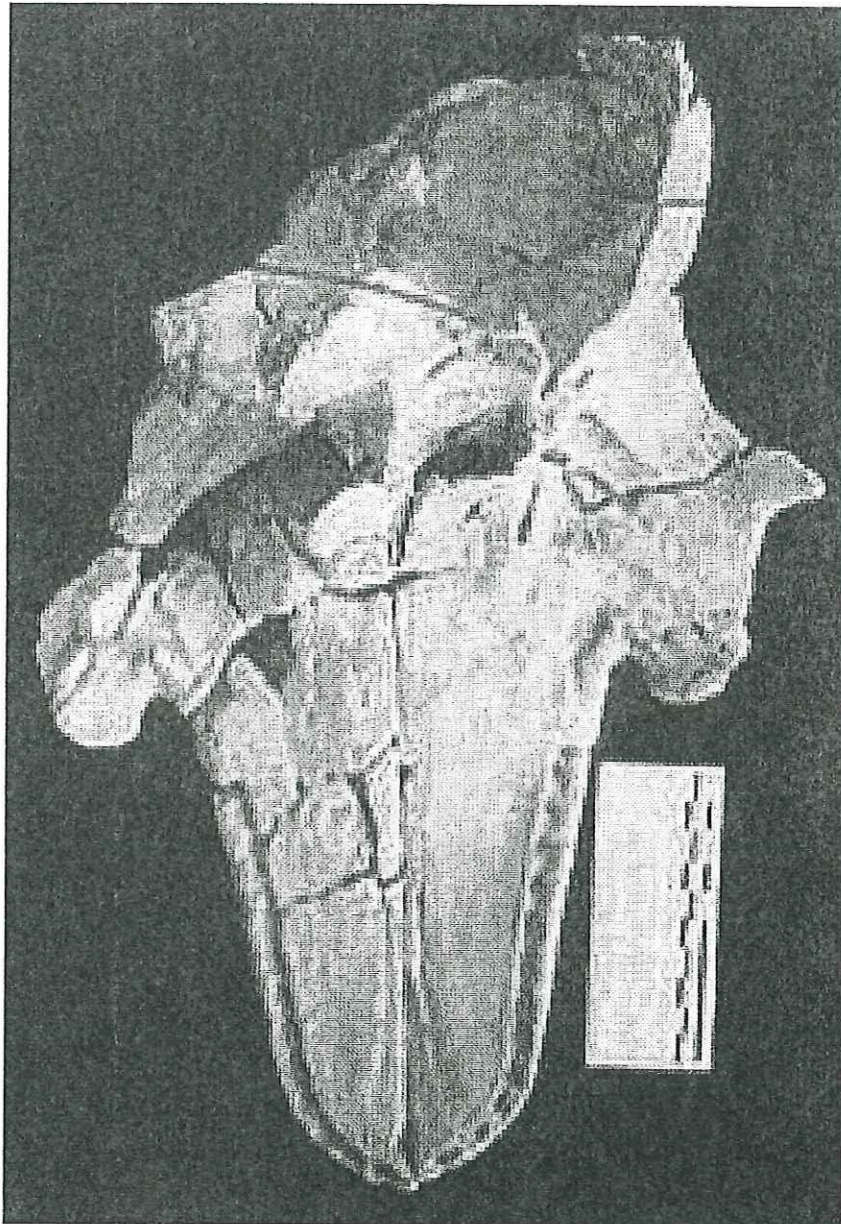


FIGURA 25.- Vista ventral del cráneo UABC FCM 1969, aff *Denebola brachycephala* Barnes, 1984.

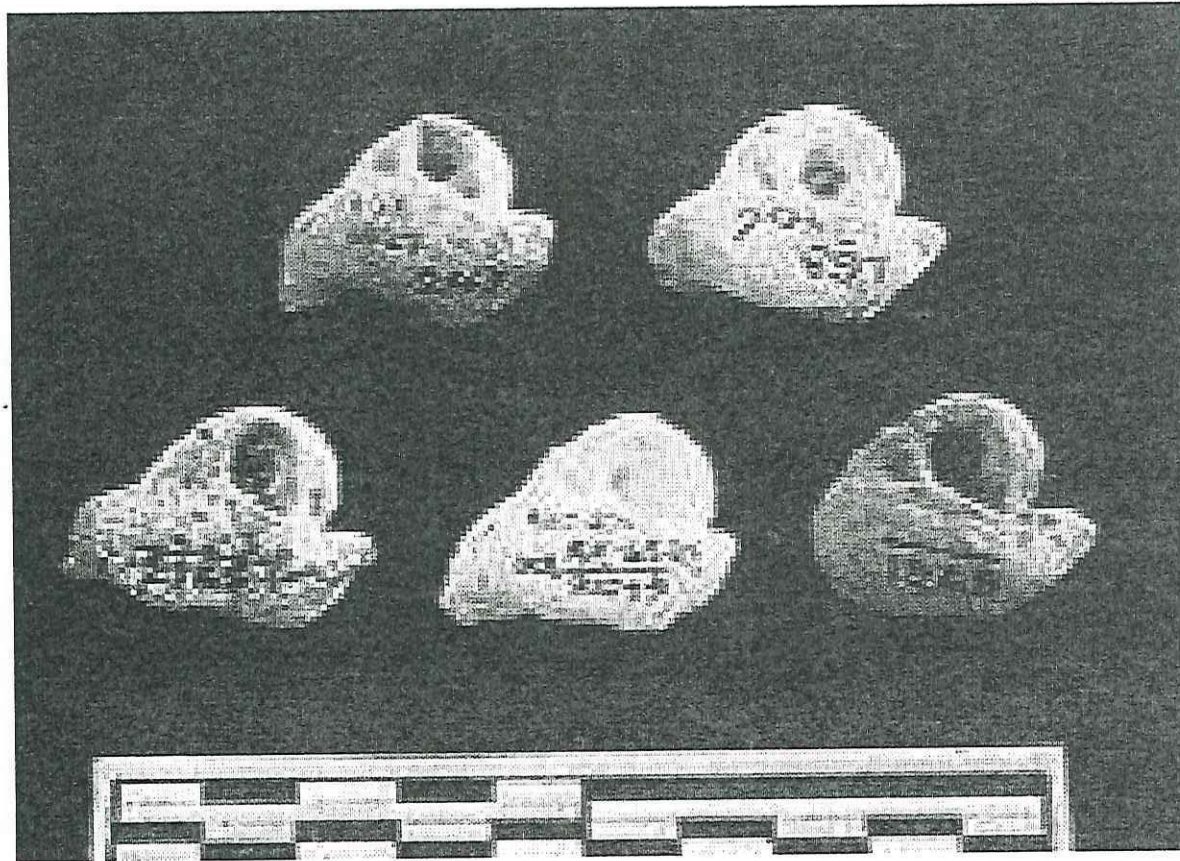


Figura 26.- Vista cerebral de los huesos de la Familia Monodontidae. Línea superior de izquierda a derecha, periótico derecho UABC FCM 2168, morfotipo II; y periótico derecho UABC FCM 2163, morfotipo I. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 2165, periótico del Holotipo de *Denebola brachycephala*; y periótico derecho UABC FCM 1968

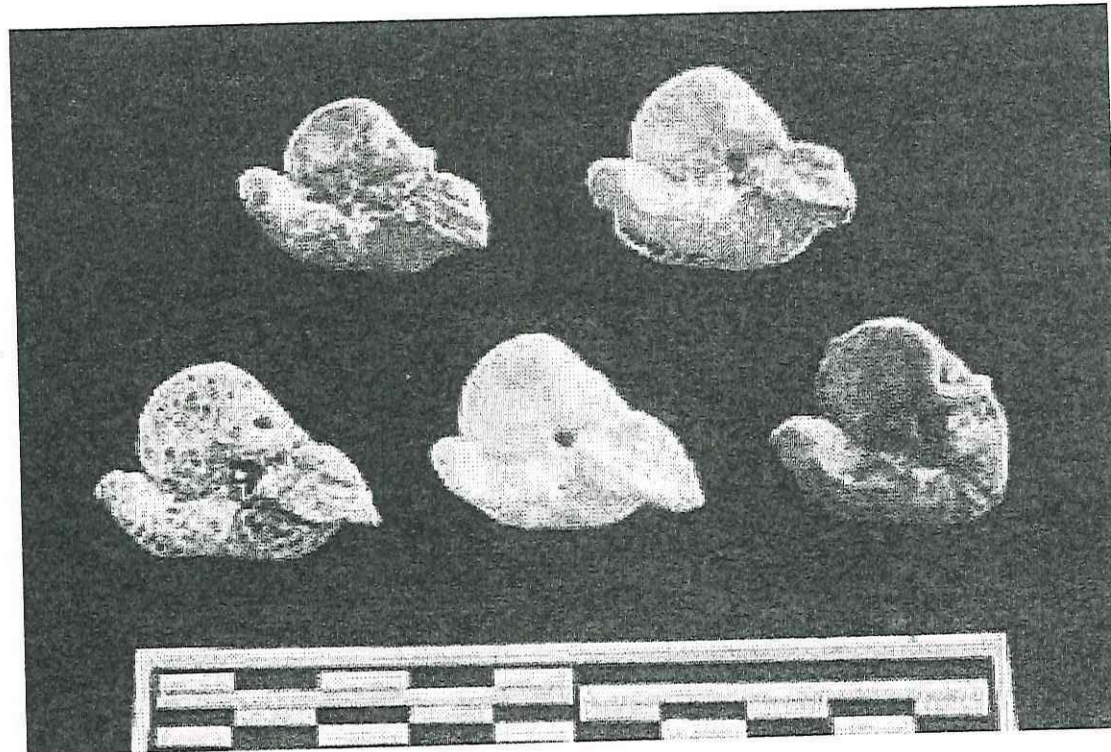


Figura 27.- Vista ventral de los huesos de la Familia Monodontidae. Línea superior de izquierda a derecha, periótico derecho UABC FCM 2168, morfotipo II; y periótico derecho UABC FCM 2163, morfotipo I. Línea inferior de izquierda a derecha periótico derecho UABC FCM 2165, periótico del Holotipo de *Denebola brachycephala*; y periótico derecho UABC FCM 196

ensancha gradualmente hasta la mitad del rostrum, a partir de donde se adelgaza hacia la parte anterior. Las apófisis maxilares son anchas y el nostrilo anteorbital de la maxila es poco profundo; presenta dos incisiones maxilares pequeñas a la altura del supraorbital. En la parte posterior del cranium, la maxila es plana, y se ensancha a la altura del zigomático, en donde presenta una incisión maxilar. La premaxila se ensancha en el cranium terminando detrás de los nasales, presenta un foramen premaxilar largo y angosto. El ápice es delgado y se eleva por encima de los nasales, que son simétricos, largos, delgados y se abultan ligeramente en la parte superior.

Ventralmente la maxila derecha presenta 12 orificios dentales y 1 en la premaxila, observando un mismo número en la maxila y la premaxila izquierda, presenta una apófisis pequeña debajo del nostrilo anteorbital de la maxila. El anterorbital es aproximadamente $1/5$ del tamaño total del cráneo. El frontal es ancho en el contacto con el supraorbital y se reduce hacia el alisfenoideo. Los palatinos son simétricos además son un poco más largos que anchos. Los cigomáticos son cortos, anchos y no están en contacto con el supraorbital; presenta un proceso postglenoide del cigomático casi circular y una depresión poco profunda, posterior a este proceso.

Periótico: ventralmente es sinuoso en la base; la parte coclear es grande y bulbosa; presenta una fenestra rotunda bien marcada; el canal del nervio facial es profundo y abierto; presenta un pequeño surco entre la parte coclear y el proceso anterior; el proceso anterior está dividido en dos y no está surcado; el proceso posterior es pequeño, aproximadamente el doble de largo que de ancho, termina en

punta y es rugoso. Lateralmente es ancho; el proceso posterior esta en ángulo con el proceso anterior, éste ultimo presenta una pequeña punta. Cerebralmente tiene una superficie convexa; el meato acústico interno es redondo y está separado del acueducto de Fallopii; el acueducto coclear es muy pequeño; y el acueducto vestibular es poco profundo.

Difiere de *Denebola brachycephala* en que el cráneo de este espécimen es un poco abultado, el rostrum esta ligeramente arqueado lateralmente y que presenta 13 dientes en cada lado del rostrum. El periótico de este espécimen difiere al del holotipo en ser más grande, el meato acústico interno es más amplio, y la foramina es más globosa.

Denebola* aff. *D. brachycephala

Material de referencia UABC FCM 1963:

Es un cráneo asimétrico parcialmente completo (Tabla XIII), faltan los huesos parietales y occipitales; el rostrum está parcialmente completo, presenta 1/3 de las maxilas y las premaxilas, aproximadamente de la mitad posterior a 1/4 anterior. La mitad derecha del rostrum está casi completa, faltan algunos fragmentos de la parte posterior de la maxila. La mitad izquierda está más fragmentada, falta parte de la premaxila a la altura de la narina y parte de la maxila a esta misma altura y a la altura del orbital. Ventralmente es un cráneo muy incompleto, le falta el cigomático, el escamoso, el basioccipital, los palatinos, el alisfenoideo y los pterigoideos.

Localidad: Los fósiles asignados a este espécimen fueron colectados en la unidad 10 del Arroyo Esqueletos en marzo de 1992 por Francisco Javier Aranda

Manteca.

Descripción:

En vista dorsal la maxila es el doble de ancha que la premaxila; presenta un foramen elíptico en la premaxila; presenta un foramen maxilar a la altura del nostrilo anteorbital dos incisiones maxilares a la altura del orbital y una incisión maxilar a la altura del proceso supraorbital del frontal. El ápice es elevado y grande; los huesos nasales son anchos, largos y están a la misma altura del ápice. La maxila izquierda en su parte posterior, es menos ancha que la derecha; el foramen premaxilar es mas reducido que el derecho; y presenta un canal maxilar hacia la parte anterior de la incisión maxilar. Ventralmente el fragmento maxilar presenta 5 orificios dentales. La maxila es ancha y gruesa; y el proceso supraorbital es ancho.

Difiere de *Denebola brachycephala* en que el cráneo de este espécimen descrito es un poco abultado, el rostrum está ligeramente arqueado lateralmente, los huesos nasales son más anchos, y los orificios nasales son más amplios; y difiere del espécimen LGB 3427 en que este espécimen tiene huesos nasales más grandes y están a la altura del ápice craneal; además de estar más abultado.

Denebola* aff. *D. brachycephala

Material de referencia UABC FCM 1968:

A este espécimen corresponde una mandíbula izquierda completa (Tabla XV) (Figura 28 y 29), periótico derecho sin el proceso posterior (Tabla XVII) (Figuras 26 y 27), tres dientes, atlas muy fragmentado, dos vértebras cervicales fusionadas sin la espina neural, una vértebra cervical completa, la espina neural de la cuarta vértebra cervical, 18 vértebras lumbares muy completas (Tabla XVI), cinco huesos



Figura 28.- Vista lateral externa (labial) de la mandíbula 1968, aff *Denebola brachycephala* Barnes, 1984.

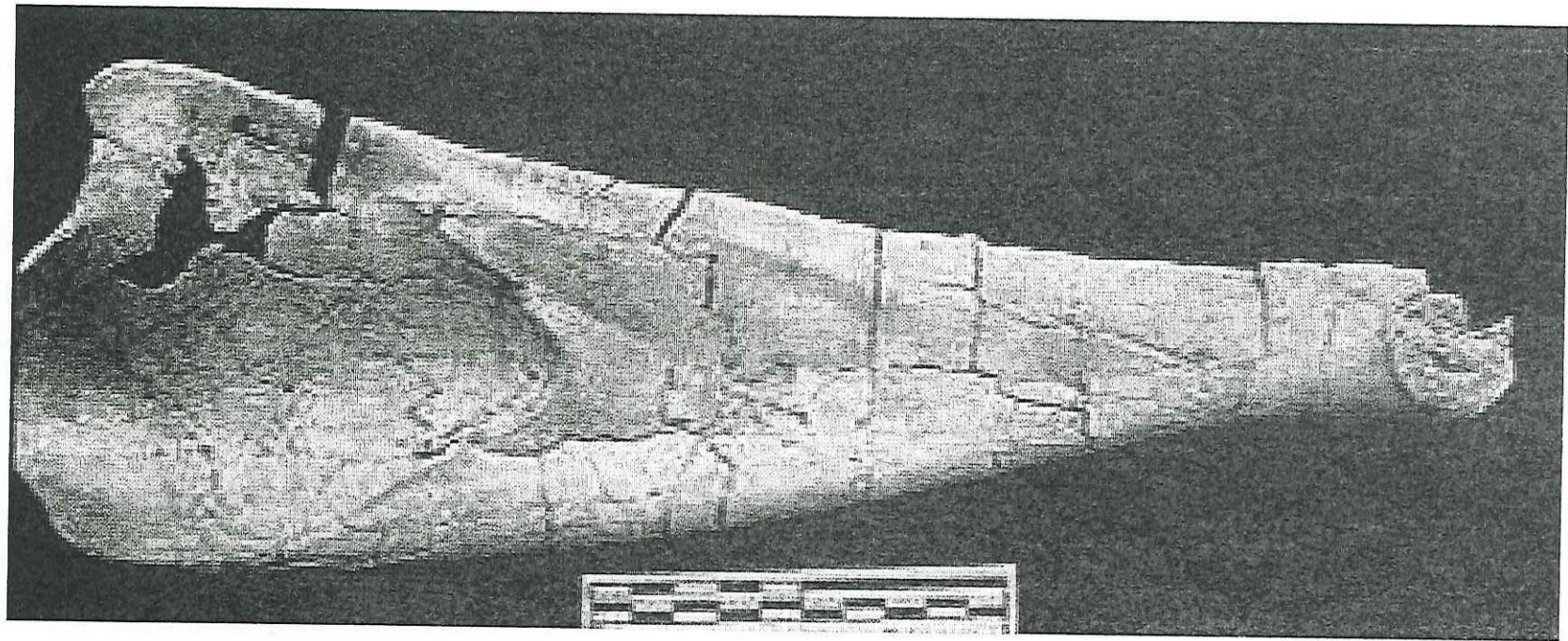


Figura 29.- Vista lateral interna (lingual) de la mandíbula 1968, aff *Denebola brachycephala* Barnes, 1984.

chevron, el hueso basal fragmentado y una gran cantidad de fragmentos de costillas.

Localidad: Este espécimen fue colectado en el Arroyo Lobita, en la unidad 8; por Francisco Javier Aranda Manteca.

Descripción:

Periótico: ventralmente es sinuoso en la base; la parte coclear es grande y bulbosa, presenta una fenestra rotunda bien marcada y el canal del nervio facial es profundo y está abierto; presenta un pequeño surco entre la parte coclear y el proceso anterior; el proceso anterior es sencillo y no está surcado. Lateralmente es ancho, el proceso posterior está en ángulo con el proceso anterior, este último presenta una punta bien marcada. Cerebralmente tiene una superficie convexa, el meato acústico interno es redondo y no está separado del acueducto de Fallopij; el acueducto coclear es pequeño; y el acueducto vestibular es poco profundo.

Mandíbula: lateralmente es corta y ancha; el cóndilo mandibular es alto, el proceso coronoideo es corto, ancho y está a la misma altura del cóndilo; presenta un foramen mandibular en el primer octavo anterior. Dorsalmente la rama de dientes empieza a la mitad de la mandíbula y presenta 14 orificios dentales. La fosa temporal es 1/3 del total de la mandíbula y es más larga que ancha; la sínfisis es pequeña y circular.

Dientes: son largos, con una raíz poco curvada. La corona es circular o romba y es pequeña en comparación al tamaño del diente.

Atlas: es grande; los procesos transversos son cortos; la espina neural es muy corta; y el proceso hiapofisial es grande. Las facetas anteriores, donde se

conectan los cóndilos occipitales son cóncavos y tienen poca superficie. El arco neural es corto y tiene forma rectangular. El canal neural es ancho y ocupa una gran parte del centro del atlas. Las dos facetas posteriores, donde se conecta el axis, son ovaladas y su superficie es muy poco convexa.

Vértebras cervicales: en vista anterior tienen un cuerpo en forma cuadrada, una espina neural alta, un arco neural triangular y grande, los procesos transversos cortos, y el canal neural es del mismo tamaño del cuerpo vertebral. Las dos primeras vértebras cervicales están fusionadas en los procesos transversos inferiores.

Vértebras lumbares: el cuerpo de la vértebra mas completa es circular; presentan una espina neural muy alta, delgada y lateralmente muy ancha. Los procesos transversos son cortos, delgados y lateralmente son más anchos en su parte distal que en la base. Las metapófisis son cortas y anchas. Presentan un canal neural triangular y que en tamaño decrece, de la vértebra anterior a la vértebra posterior.

Huesos chevron: lateralmente son anchos y cortos. Presentan un canal neural reducido y estrecho, y conserva su tamaño en los posteriores huesos, que cada vez son más pequeños.

Hueso basial: es cuadrado y se encuentra fusionado con el tirohial que es largo y delgado.

aff *Denebola* morfotipo I

Material de referencia LGB 3406= UABC FCM 2163:

Este espécimen corresponde a un periótico derecho completo (Tabla XIX)

(Figuras 26 y 27).

Localidad: espécimen colectado en el Arroyo Esqueletos, unidad 9; por Gerardo González el 15 de Marzo de 1992.

Descripción:

Periótico: ventralmente es sinuoso en la base; la parte coclear es grande y bulbosa, presenta una fenestra rotunda bien marcada; el canal del nervio facial es profundo y abierto; presenta un pequeño surco entre la parte coclear y el proceso anterior; el proceso anterior es sencillo y no está surcado; el proceso posterior es pequeño y medianamente rugoso. Lateralmente es ancho; el proceso posterior está en ángulo recto con el proceso anterior. Cerebralmente tiene una superficie plana; el meato acústico interno es redondo y no está separado del acueducto de Fallopii; el acueducto coclear es pequeño y poco profundo; y el acueducto vestibular es amplio y poco profundo.

Se diferencia de *Denebola brachycephala* en: 1) el proceso posterior no termina en punta y es medianamente rugoso; 2) la superficie cerebral es plana; y 3) el acueducto vestibular es amplio.

***aff Denebola* morfotipo II**

Material de referencia UABC FCM 2168:

Este espécimen corresponde a un periótico derecho (Tabla XIX) (Figuras 26 y 27),.

Localidad: este espécimen fue colectado en el Arroyo Delfín, Unidad 1; por Francisco Javier Aranda Manteca.

Descripción:

Periótico: ventralmente es sinuoso en la base; la parte coclear es grande y bulbosa, presenta una fenestra rotunda bien marcada; el canal del nervio facial es profundo y abierto; presenta un pequeño surco entre la parte coclear y el proceso anterior; el proceso anterior es sencillo y no está surcado; el proceso posterior es pequeño, puntiagudo y está surcado. Lateralmente es ancho y el proceso posterior esta en ángulo recto con el proceso anterior. Cerebralmente tiene una superficie medianamente plana; el meato acústico interno es ligeramente elíptico y está medianamente separado del acueducto de Fallopii; el acueducto coclear es pequeño y poco profundo y el acueducto vestibular es pequeño y poco profundo.

A diferencia de *Denebola* morfotipo I: 1) el proceso posterior es puntiagudo y está surcado; 2) la superficie cerebral es medianamente plana; 3) el meato acústico interno es ligeramente elíptico; y 4) el acueducto vestibular es pequeño.

FAMILIA Albireonidae Barnes 1984.

Diagnosis de la familia: familia de Delphinoidea que difiere de Kentriodontinae, Monodontidae, Phocoenidae y Delphinidae por tener el siguiente conjunto único de caracteres: cráneo con un vértice craneal elevado y simétrico, región facial con una pendiente inclinada hacia las narinas, cóndilos occipitales y procesos cigomáticos del escamoso grandes, rostrum de longitud intermedia, estrecho y curvado dorsalmente en la región distal, dientes largos con coronas cónicas cubiertas por un suave esmalte, eminencias premaxilares anteriores a las narinas, bajas, relativamente estrechas, suavemente redondeadas y las más altas

cercanas a la línea media, terminaciones posteriores de la premaxila no desarrolladas dentro de elevadas fosas de los sacos premaxilares, pero anchas y planas extendidas posteriormente más lejos que los márgenes posteriores de las aperturas nasales, huesos nasales grandes y planos, ninguna fosa de los senos de aire desarrolladas en el lado lateral del basisfenoideo ni en el orbital entre el frontal y la maxila, canal de la carótida, pequeño, proceso cigomático del jugal relativamente grande y formando un completo espacio bajo el orbital, grandes pasillos nariales, circulares y pasando verticalmente a través del cráneo, grandes senos pterygoideos y totalmente aplanados ventralmente por los huesos pterygoideos, periótico grande y globoso con proceso anterior redondeado y punteado, porción coclear grande y elongada anteroposteriormente, proceso posterior grande con una faceta articular suave para la bula, dentario elongado con la región final anterior respingada, sínfisis mandibular moderadamente corta (aproximadamente 27% de la longitud del dentario), atlas grande no fusionado con el axis, vértebras lumbares y torácicas con un centro anteroposteriormente comprimido y con la espina neural y los procesos transversos elongados, elementos del miembro anterior cortos y expandidos anteroposteriormente (Barnes, 1984b).

GÉNERO *Albireo* Barnes, 1984

***Albireo aff whistleri* Barnes, 1984**

Material de referencia UABC FCM 2166:

Este espécimen corresponde a un periótico derecho sin el proceso anterior (Tabla XIX) (Figuras 22 y 23).

Localidad: este espécimen fue colectado en el Arroyo Delfín, unidad 1, por Francisco Javier Aranda Manteca.

Descripción:

Periótico: ventralmente es sinuoso en la base; la parte coclear es grande y bulbosa, tiene una protuberancia en el centro, presenta una fenestra rotunda bien marcada; el canal del nervio facial es profundo y cerrado; el proceso posterior es grande, termina en punta y es rugoso. Lateralmente es ancho y el proceso posterior está en ángulo recto con el proceso anterior. Cerebralmente tiene una superficie convexa; el meato acústico interno es redondo y ligeramente alargado hacia el proceso anterior y no está separado del acueducto de Fallopii; el acueducto coclear es pequeño y poco profundo; y el acueducto vestibular es amplio y profundo.

***Albireo aff whistleri* Barnes, 1984**

Material de referencia UABC FCM 2167:

Este espécimen corresponde a un periótico derecho completo (Tabla XIX) (Figuras 22 y 23).

Localidad: espécimen colectado en el Arroyo Delfín, unidad 1; por Francisco Javier Aranda Manteca.

***Albireo aff whistleri* Barnes, 1984**

Material de referencia UABC FCM 1985:

Este espécimen corresponde a un periótico izquierdo sin el proceso posterior (Tabla XIX) (Figuras 22 y 23).

Localidad: este espécimen fue colectado en el Arroyo Tiburón, unidad 1;

por Francisco Javier Aranda Manteca.

SUPERFAMILIA Physterioidea

FAMILIA Physteridae

aff. *Physeter* morfotipo I

Material de referencia IC-94-050= UABC FCM 2164:

Este espécimen corresponde a un fragmento craneal izquierdo.

Localidad: espécimen colectado en el Arroyo Lobita, unidad 10; por Juan Gabriel Flores Trujillo y Hugo Brodziak Ochoa.

Diagnosis:

El hueso supraorbital es muy reducido; el hueso frontal se eleva rápidamente y muy por encima del orbital.

VIII.- DISCUSIONES:

En esta parte del trabajo se analiza y discute en tres partes. La primera, sobre aspectos generales de los resultados obtenidos de la asociación de odontocetos de la Formación Almejas inferior (Mioceno Tardío), comparándolos con los resultados obtenidos por Barnes en 1984b y los presentados por Hernández-Rosado en 1995.

En la segunda parte se analiza y discute la relación filogenética que muestra la asociación de odontocetos fósiles en la Formación Almejas inferior en Isla Cedros, Baja California México.

En la tercera y última parte se discutirá la relación que tiene la asociación de odontocetos de la Formación Almejas inferior (Mioceno Tardío) con las asociaciones de odontocetos de la fauna descritas en Sharktooth Hill, Kern county, California E.U.A. (final del Mioceno Medio) y sobre la fauna de odontocetos en la Formación Calvert en Maryland y Virginia, E.U.A. (inicio del Mioceno Tardío).

Aspectos Generales:

En la mayoría de los trabajos que se realizan para describir especies de odontocetos, utilizan para su identificación las partes craneales únicamente, lo que dificulta el realizar una comparación taxonómica y un análisis filogenético.

Como se mencionó en los resultados, veinte especímenes no pudieron ser ubicados sistemáticamente, por no tener restos craneales asignados. Estos especímenes, en caso de poder ser identificados posteriormente, pudieran dar una mayor información sobre la diversidad y paleoecología de las especies en la Formación Almejas inferior. Cuando se trabaja con restos esqueléticos que no

están asignados a restos craneales, es necesario incluir en las descripciones que se realicen todas las partes esqueléticas de los organismos reportados, para así apoyar la identificación de otros organismos en posteriores trabajos.

De los especímenes fósiles encontrados (Tablas XI y XII), las partes esqueléticas preservadas que más abundan son las vértebras desarticuladas, la gran mayoría vértebras lumbares y caudales; estas vértebras están asignadas a 11 especímenes, de los cuales nueve no pudieron ser ubicados de una manera sistemática por no tener partes craneales asociadas. En los pocos casos en que se logró la colecta de partes craneales, éstas sirvieron para reforzar los resultados y poder establecer la sistemática, de los otros dos uno se asignan a *Piscolithax* morfotipo III, al ser comparado el atlas; y el otro a *Denebola brachycephala*, al corresponder el hueso periotico de este espécimen con el holotipo.

La abundancia de estas vértebras, es probable que se deba a los procesos postmortem de los organismos. Un organismo marino (como un odontoceto) puede ser atacado por un predador y morir o después de su muerte puede ser comido por animales carroñeros, como los tiburones. Hernández-Rosado (1995) presenta las 27 especies de tiburones descritos para la Formación Almejas inferior, en donde las especies más abundantes son los Carcharhiniformes y los Lamniformes, la mayoría de los tiburones son carroñeros y otros matan a otros animales para alimentarse de ellos. Esto impide que las partes del cuerpo del organismo muerto lleguen a depositarse en el sedimento; posteriormente los procesos de destrucción y transporte, como corrientes y oleaje, pueden desmembrar al organismo, permitiendo conservar muy pocas partes duras del organismo muerto. Todos estos

procesos postmortem son los que hacen posible que se preserven los restos orgánicos como fósiles.

Las partes esqueléticas que en segundo término se preservaron fueron los huesos del oído interno, principalmente los perióticos. Este hueso es pequeño, está formado por calcio por lo que es resistente, tiene forma semiesférica y no tiene huecos en los que se introduzca aire, a lo que quizás se deba su abundancia, pues llega fácilmente al sedimento, y puede ser cubierto rápidamente. La mayoría de las asociaciones sistemáticas se realizan a partir de las descripciones de estos huesos.

Los restos fósiles craneales y asociación craneal-esquelética colectados en las campañas de 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior de Isla Cedros, Baja California, México corresponden a dos superfamilias Delphinoidea y a la Physterioidea (Figura 30). Las especies actuales de la superfamilia Delphinoidea habitan en aguas costeras someras, desde lagunas costeras hasta la plataforma continental (Jefferson et al, 1993); y las especies actuales de la superfamilia Physterioidea, habitan en el océano abierto o en lugares cercanos a la costa muy profundos (cañones submarinos) (Jefferson et al, 1993). Esto sugiere que los depósitos sedimentarios marinos de la Formación Almejas inferior en Isla Cedros durante el Mioceno Tardío eran un depósito de plataforma continental angosta, con la cercanía de un cañón submarino.

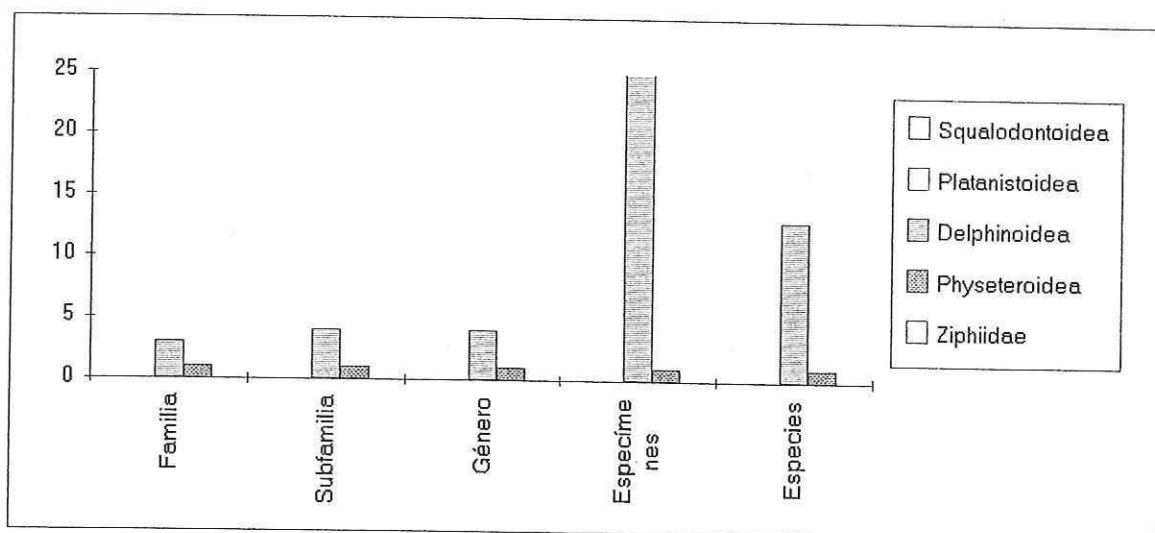


Figura 30.- Número de especímenes fósiles de odontocetos de la Formación Almejas inferior, colectados en las campañas 92, 93, y 94, de acuerdo a la sistemática.

De las cinco familias reconocidas de fósiles de odontocetos según la sistemática de Barnes et al (1985), en la Formación Almejas inferior solamente se reconocen la familia Phocoenidae, la familia Monodontidae, y la familia Albireonidae (Figura 31).

Con excepción de la familia Phocoenidae, específicamente de la subfamilia Phocoenoidinae, que tiene representantes fósiles en el final del Mioceno Medio, el resto de las familias está reportado por primera vez en los depósitos sedimentarios de la Formación Almejas inferior (Mioceno Tardío). Estos resultados sugieren que las familias Phocoenidae, la Monodontidae y la Albireonidae comenzaron su diversificación durante el final del Mioceno Tardío, lo que concuerda con Barnes (1985).

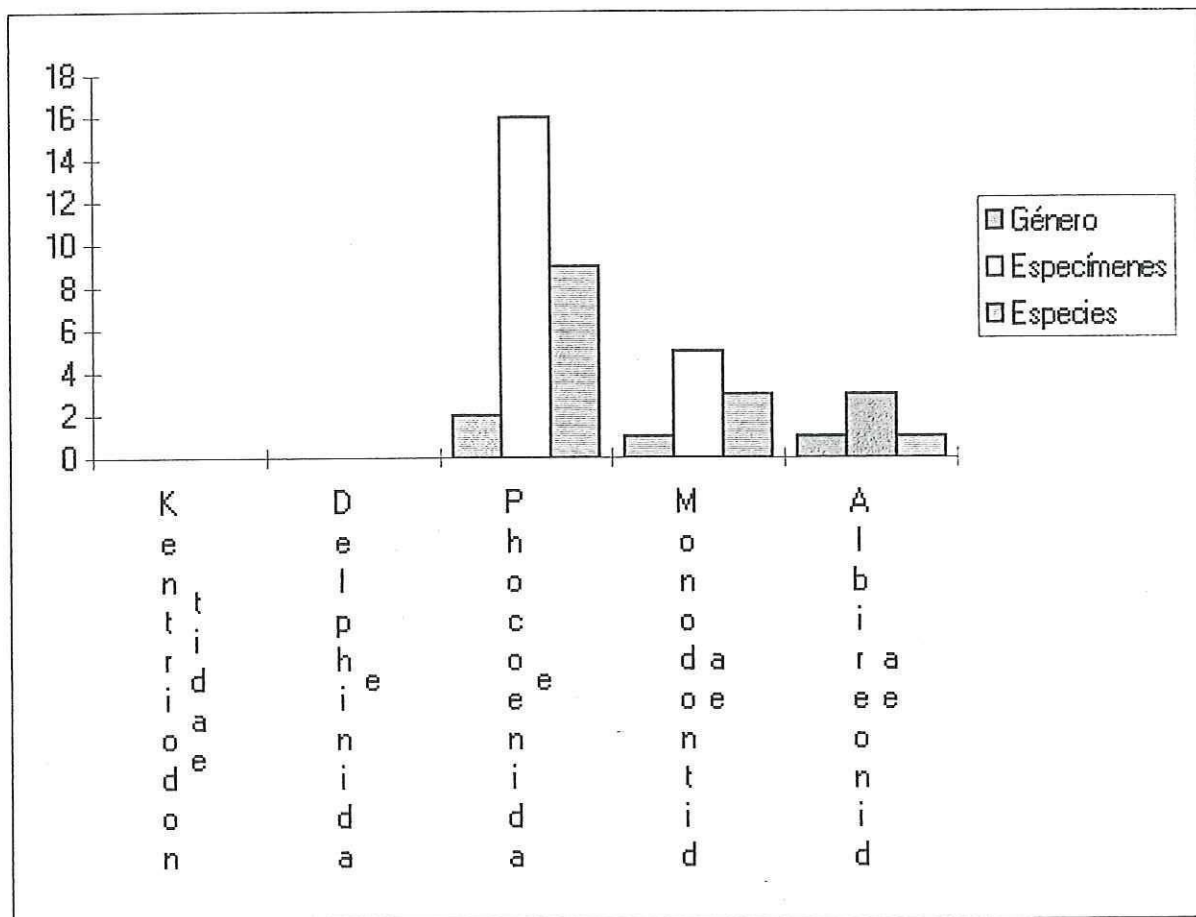


Figura 31.- Especies de la superfamilia Delphinidae reportadas en la Formación Almejas Inferior (Mioceno Tardío) en las campañas 92, 93, y 94.

La superfamilia Physterioidea tiene a sus representantes más antiguos en depósitos del Mioceno Temprano en la región de la Patagonia en Argentina y son la única familia con representantes actuales (Barnes et al, 1985) que habita los océanos de todo el mundo (Jefferson et al, 1973). Esta familia tuvo una amplia distribución geográfica durante el Mioceno además de tener una gran permanencia en el tiempo. Barnes (1976), reporta los depósitos sedimentarios en los que ésta familia ha sido reportada, en cada uno de ellos, sólo se incluye una especie o dos especies máximo, lo que sugiere que esta familia ha tenido una muy baja

diversidad a lo largo del tiempo o que debido a que son especies que nadan a grandes profundidades, no hay un registro fósil que indique su diversidad real. En Isla Cedros fue encontrado un fragmento craneal que corresponde a la familia Physiteridae, el cual no puede ser ubicado filogenéticamente a nivel de género por estar bastante fragmentado, pero nos lleva a inferir que el depósito sedimentario se ubica cerca de un sitio asociado a grandes profundidades.

En comparación con los resultados reportados por Barnes (1984b) y Hernández-Rosado (1995) (Tabla XX), no se encontraron fósiles relacionados con la superfamilia Platanistoidea (Gray, 1863) Simpson, 1945, *Parapontoporia pacifica* Barnes, 1984; tampoco se encontró a la especie *Piscolithax tedfordi*, Barnes, 1984, ni tampoco de la familia Physiteridae, *Praekogia cedrosensis*, Barnes, 1984b. Esto sugiere que estas tres especies no eran muy abundantes durante el Mioceno Tardío, pues solo se ha reportado un espécimen de cada una de ellas.

En este estudio se describen 16 especímenes asignados a la familia Phocoenidae, por lo que esta familia es la más abundante. Los representantes actuales de estas especies se alimentan de pequeños peces y cefalópodos (moluscos). Posiblemente las especies fósiles de peces como sardinas y salmones, reportadas para la Formación Almejas, sirvieron de alimento a la Fauna de odontocetos durante el Mioceno Tardío. Los cefalópodos no tienen partes duras que pudieran conservarse en el registro fósil, por lo que es difícil el decir qué tan variada era la alimentación de estos odontocetos durante el Mioceno Tardío.

Las especies de odontocetos fósiles descritas para los depósitos marinos sedimentarios de la Formación Almejas inferior en Isla Cedros, Baja California,

Tabla XX.- Comparacion de las especies de odontocetos reportadas por Barnes, 1984b, Hdéz-Rosado, 1995 y el presente trabajo, para la Formación Almejas inferior en Isla Cedros, B.C. México.

Especie	Barnes (1984b)	Hernández-Rosado (1995)	Este trabajo
<i>Parapontoporia pacifica</i>	*	*	
<i>Denebola brachycephala</i>	*	*	***
<i>Denebola sp</i>		*	**
<i>Piscolithax tedfordi</i>	*	*	
<i>Piscolithax boreios</i>	*	*	*
Phocoeninae	*	*	*****
Phocoenoidinae			***
Delphinoidea		*	
<i>Praekogia cedrosensis</i>	*	*	
Physeteridae		*	*
<i>Albireo whistleri</i>	*	*	***

México, sugieren que este ambiente de depositación era costero con plataforma angosta y somera, además pudiera existir un cañón submarino cerca. La falta de esqueletos fósiles completos, sugiere que existía alta actividad en predación y carroñerismo en los organismos muertos, dada por la abundancia y diversidad de tiburones descritas para este depósito.

Relaciones filogenéticas:

• Superfamilia Delphinoidea

··Familia Kentriodontidae

Dentro de la superfamilia Delphinoidea, la familia Kentriodontidae, que aparece en el Mioceno Inferior y que parece ser el eslabón de donde ocurre la radiación original de las ballenas dentadas (Barnes et al, 1985), no se encontraron representantes fósiles en la Formación Almejas inferior, lo que sugiere que esta familia pudo tener sus últimos representantes a finales del Mioceno Medio, lo que permitió una diversificación del resto de la familias incluidas en esta superfamilia.

··Familia Delphinidae:

Barnes (1976) muestra que los primeros representantes de la familia Delphinidae posiblemente derivados de los kentriodontidos fueron encontrados en depósitos de la Formación Purísima y la Formación San Mateo (Mioceno Tardío), que representa ambientes de mar abierto, en el sur de California. En la Formación Almejas inferior no se encontraron representantes de esta familia, lo que puede indicar que las Formaciones Purísima y San Mateo correspondientes a ambientes

marinos oceánicos de mayor profundidad que la Formación Almejas, correspondiendo a ambientes sedimentarios distintos.

·Familia Phocoenidae:

La familia Phocoenidae tiene un registro fósil amplio que provee de gran información sobre la evolución de este grupo, el más antiguo phocoenido conocido es del Mioceno Tardío *Salimiphocaena stocktoni* (Willson, 1973) Barnes, 1985, el cual existió hace 11 millones de años en California. También pertenecen los fósiles phocoenidos, del género *Piscolithax* de Muison, 1983, del inicio del Mioceno Tardío al Plioceno Temprano, aproximadamente de 8 a 4 millones de años encontrados en Perú y México.

La familia Phocoenidae ha sostenido una división evolutiva dentro de dos linajes, los cuales pueden ser clasificados, como subfamilias separadas. La subfamilia Phocoenoidinae, incluye especies fósiles de *Salumiphocaena* y *Piscolithax*; la marsopa viviente, *Australophocaena dioptrica* (Lahille, 1912) Barnes, 1985, y la marsopa *Phocoenoides dalli* (True, 1885). La otra subfamilia, Phocoeninae, la cual incluye todavía fósiles de especies no nombradas del Pacífico norte, la marsopa viviente del puerto y especies relacionadas de *Phocoena* Cuvier, 1817, *sensu stricto*, y *Neophocaena phocaenoides* (Cuvier, 1829) (Barnes, 1985).

La subfamilia Phocoeninae tiene cuatro representantes vivos *Neophocaena phocaenoides* (Cuvier, 1829), que habita en aguas costeras del Indo-Pacífico; *Phocoena spinipinnis* Burmeister, 1865 que habita en aguas costeras de

Sudamérica; *Phocoena sinus*, Norris y McFarland, 1958 que habita en aguas costeras del norte del Golfo de California; y *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758) que habita en aguas costeras templadas y subpolares del hemisferio norte (Jefferson et al, 1993).

En la Formación Almejas inferior de Isla de Cedros, se asignan 16 especímenes fósiles a esta subfamilia los cuales han sido catalogados como 5 morfotipos, estrechamente relacionadas con los géneros *Phocoena* y *Australophocoena*, por presentar una gran similitud en las características distintivas de los huesos perióticos, que son pequeños, no sinusoidales, cóclea pequeña y en forma de arco, proceso posterior pequeño y no punteado, proceso anterior pequeño, presenta una fenestra rotunda alargada hacia el proceso anterior y no presenta un canal entre la cóclea y el proceso anterior.

Todos los perióticos de esta subfamilia son muy parecidos y sólo muestran dos diferencias visibles a simple vista, la primera de estas diferencias es que la fenestra rotunda se hace más pequeña y comienza a tener un canal hacia la porción cerebral y una pequeña quilla; y la segunda es la separación gradual del canal de Fallopii del meato acústico interno. Estas diferencias probablemente indiquen alguna relación con una tendencia evolutiva de esta subfamilia. Desafortunadamente, la mayoría de estos especímenes no se encontraron "in situ", por lo que no se puede establecer dicha tendencia, en los depósitos de la Formación Almejas inferior aún.

Utilizando una tabla de presencia-ausencia de caracteres primitivos (cero), y a los que son derivados por algún cambio en las características morfológicas (uno)

de los perióticos de los especímenes asignados a este género (Tabla XXI) y añadiendo las características de los perióticos de *Phocoena phocoena*, *Phocoena sinus* y *Austrolophocoena dioptrica*, se realizó el análisis estadístico de agrupación tipo cluster (Figura 32) donde se obtiene que:

Los especímenes 2152 y 2157 que fueron nombrados como *Phocoena* morfotipo II, muestran una distancia de enlace de cero, lo que nos indica que son idénticos, probablemente de la misma especie, pues no tienen diferencias; estos dos especímenes se relacionan con el espécimen 2153, con una distancia de enlace de 0.1, en la descripción se llegó a establecer que estos tres especímenes corresponden al mismo morfotipo II, por lo que una distancia de enlace de 0.1 podría sugerir que corresponden a una misma especie.

Los especímenes 2158 y 2159 muestran una distancia de enlace de cero estableciendo que son idénticos, por lo que probablemente corresponden a una misma especie, en los resultados se llaman como morfotipo IV, este se encuentra con una distancia de enlace de 0.1 de *P. sinus*, por lo que quizás el morfotipo IV sea *P. sinus*. Esta especie se encuentra relacionada con una distancia de enlace de 0.35 del morfotipo II, estableciendo un gran parecido entre ambos morfotipos, por lo que los morfotipos IV y II pueden relacionarse más estrechamente con *Phocoena sinus* (Figuras 18 y 19).

Los especímenes 2160, 2161 y 2151 muestran una distancia de enlace de cero indicándonos que son idénticos, lo que probablemente pertenecen a un mismo morfotipo; en los resultados se nombran como morfotipo V; este se encuentra agrupado con *A. dioptrica*, con una distancia de enlace de 0.2, por lo

Diagrama de árbol de 25 especímenes y 13 variables morfológicas de perióticos de

Método de Ward

Porcentaje de discrepancia

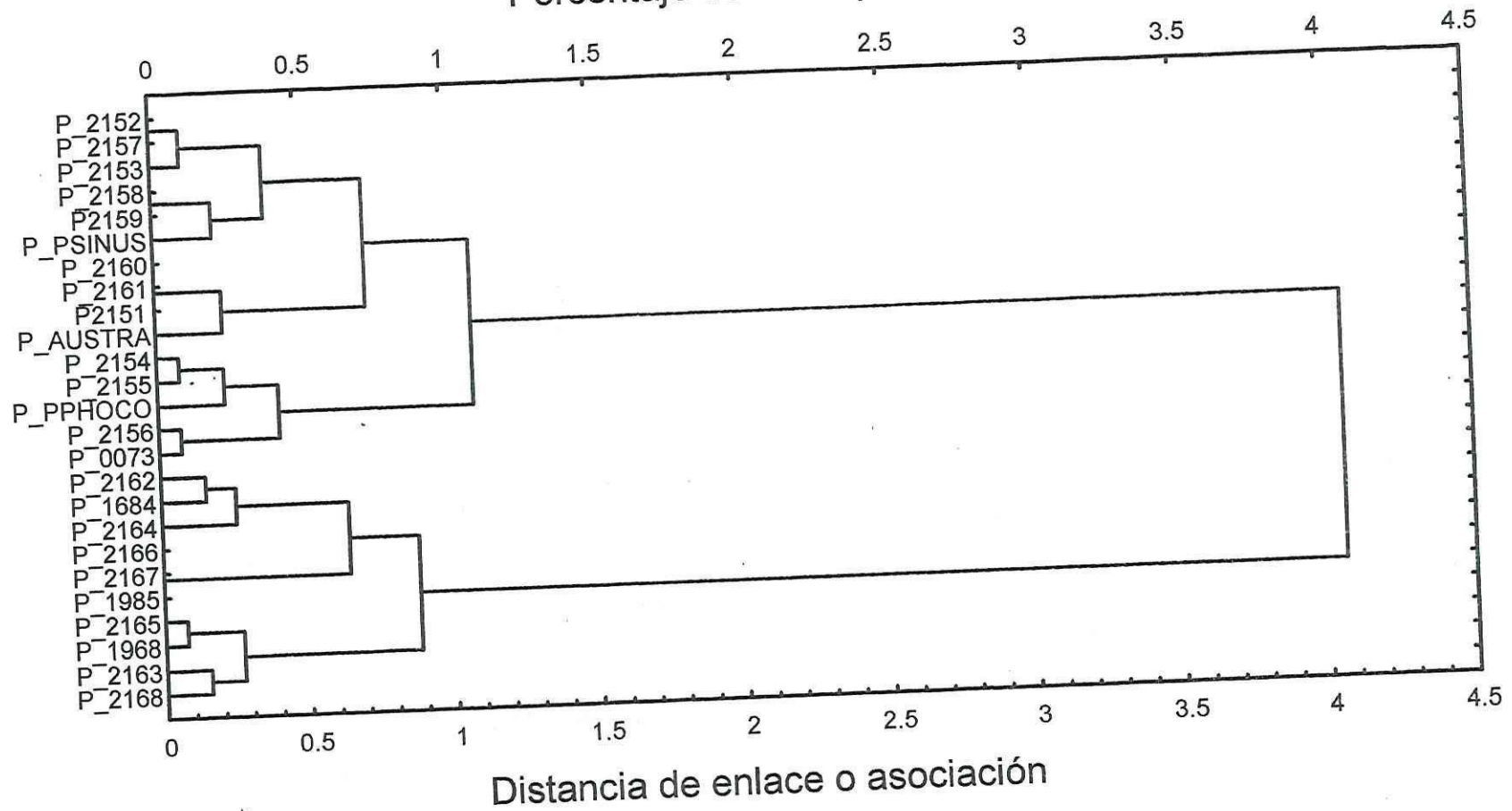


Figura 32.- Diagrama de agrupación de tipo Cluster, utilizando las características de los perióticos de los odontocetos fósiles, reportados en la Formación Almejas inferior (Mioceno Tardío) en las campañas 1992, 1993 y 1994.

que el morfotipo V se parece a *A. dioptrica* o quizás que sea de esta especie. Esta relación sugiere que el morfotipo V, posiblemente pertenezca a la subfamilia Phocoenoidinae (Figuras 20 y 21).

Este grupo se encuentra relacionado con una distancia de enlace de 0.7, de los morfotipos II y IV, infiriendo que estas dos especies *P. sinus* y *A. dioptrica* comparten algunas características que nos podrían indicar que tienen un antepasado común entre ambas subfamilias o que de una de estas especies se deriva la otra.

Los especímenes 2154 y 2155 muestran una distancia de enlace de 0.05, indicando que son extremadamente parecidos, en los resultados se nombran como morfotipo III (Figuras 15, 16 y 32).

Los especímenes 2156 y 0073 muestran una distancia de enlace 0.05, indicando que son extremadamente parecidos, en los resultados se nombran como morfotipo I, estos especímenes se relacionan con una distancia de enlace de 0.15 con *P. Phocoena*, lo que probablemente nos indica que corresponden a la misma especie o su ancestro (Figuras 15, 16 y 32).

El morfotipo III se agrupa con el morfotipo I, con una distancia de enlace de 0.4, indicando cierto parecido entre ambos, este grupo se asocia con el grupo de los morfotipos II, IV y V con una distancia de enlace de 1.2, formando así un gran grupo de phocoeninos en la Formación Almejas inferior.

La subfamilia Phocoeninae es la que mayor número de especímenes y morfotipos tiene asignados, lo que indica una gran diversidad durante el Mioceno

Tardío en Isla Cedros, Baja California, México, compartiendo los antepasados del género *Phocoena* una misma área geográfica durante el Mioceno Tardío.

Los perióticos con mayor número de características primitivas son los morfotipos II y IV, los cuales se relacionan con *P. sinus*. El morfotipo V que se relaciona con *A. dioptica* y con el grupo anterior puede indicar que estas dos especies se relacionan entre sí, teniendo probablemente un ancestro en común. El morfotipo I es el que tiene un mayor número de características derivadas, y se relaciona con *P. phocoena*, este morfotipo también se relaciona con el morfotipo III por lo que probablemente tienen también un ancestro común.

La subfamilia Phocoenoidinae, sólo tiene dos representantes actuales, *Australophocaena dioptica* (Lahille, 1912) Barnes, 1984, que habita en aguas de la costa sudoeste del Atlántico de Sudamérica y ciertas islas cercanas a la costa; y *Phocoenoides dalli* (True, 1885) Barnes, 1984, que habita en ambos lados del Pacífico Norte y en mar abierto (Jefferson et al, 1993).

De la subfamilia Phocoenoidinae se describen 4 especímenes, asignados al género *Piscolithax* de Muizon 1983b. Tres de estos especímenes se describen los perióticos, uno de los cuales es aff. *Piscolithax boreios* Barnes, 1984 colectado en la unidad 10 y los otros dos sólo difieren en que la superficie cerebral pasa de ser cóncava a ser una superficie convexa, colectados en la unidad 1; el cuarto de estos especímenes no está relacionado con partes craneales, pero al ser comparado el atlas, con el atlas de *Piscolithax boreios* Barnes, 1984, se encontró que difieren en muy poco.

Utilizando las características descriptivas de los perióticos (Tabla XXII) de presencia-ausencia de características primitivas y derivadas, se obtiene el análisis estadístico de asociación tipo cluster (Figura 32), donde se observa:

Los especímenes 2162 y 1984 tienen una distancia de enlace de 0.15, por lo que son muy parecidos, en los resultados estos especímenes se nombran como *Piscolithax* morfotipo I y *Piscolithax* morfotipo II, respectivamente. Una de las diferencias más claras entre ambos es que el espécimen 2162 tiene una superficie cerebral muy plana, mientras que el espécimen 1984 tiene la superficie cerebral medianamente plana; esta característica, aunque sólo una, es muy grande, pues la primera es de un organismo muy primitivo, mientras que la segunda corresponde a un organismo más derivado, por lo cual son dos especies distintas, que sugieren una tendencia evolutiva.

El espécimen 2164 corresponde a *Piscolithax boreios*, y está relacionado con los morfotipos I y II con 0.3 de distancia de enlace, indicando que son lo suficientemente parecidos para asignarlos al mismo género, pero lo bastante diferentes para ser de la misma especie (Figuras 22 y 23).

Esto indica que posiblemente el género *Piscolithax* de Muizon, 1983b, tuvo una gran diversidad, y que posiblemente se diversificó durante el Mioceno Tardío.

Para los depósitos sedimentarios de la Formación Almejas inferior, los huesos perióticos más primitivos pertenecen al género *Piscolithax*, pero ninguno de ellos muestra estar relacionado con los perióticos asignados al género *Phocoena*.

Tabla XXII.- Características descriptivas de los perióticos del género *Piscolithax*.

Característica	No.	Periótico		
		2162	1684	2164
Característica (vista ventral).				
Sinusoidal o Globoso*.	1	0	0	0
Coclea Grande (Pequeña*).	2	0	0	0
Canal entre el P. A. y la Co. (Ausente*).	3	0	0	0
P. A. surcado (no surcado*).	4	1	1	0
P.A. sencillo (con dos puntas*).	5	0	1	0
P.P. punteado (redondeado*).	6	0	0*	0
P.P. grande (pequeño*).	7	1	0*	0
P.P, rugoso (plano*).	8	0	0*	0
Característica (vista lateral).				
Ángulo entre el P.P. y el P.A. (agudo*).	9	1	1*	1
P. A. plano (con prominencia*)	10	0	0	0
Característica (vista cerebral).				
Superficie convexa (plano*).	11	1	1	0
Meato acústico interno alargado (redondo*).	12	0	0	0
Chico o grande*	13	0	0	0

El análisis estadístico no agrupó a los especímenes de la subfamilia Phocoeninae con los especímenes de la subfamilia Phocoenoidinae, son diferentes con una distancia de enlace de 4.2. Ésto puede indicar que el género *Piscolithax* de Muison, 1983b, no tiene ninguna relación con la subfamilia Phocoenidae, por lo que se propone una revisión de este género dentro de la subfamilia. Este género muestra una mayor relación con la familia Albireonidae, por lo que probablemente estos dos géneros deberían estar dentro de la misma familia Delphinoidea y que es posible que se hayan diversificado de un mismo grupo de organismos.

·Familia Albireonidae:

La Familia Albireonidae Barnes, 1984, no tiene representantes actuales y está descrita para el Mioceno Tardío de Isla Cedros, Baja California, México. Barnes et al (1985) sugiere que esta familia se derivó de un kentriodóntido, aún no descrito.

Se asignaron tres especímenes a esta familia, los cuales están descritos por los huesos perióticos aislados. Estos perióticos no muestran diferencias entre ellos, lo que nos indica que pertenecen a la misma especie

El análisis estadístico de agrupación tipo cluster (Figura 32) que utiliza las características distintivas de los perióticos (Tabla XXIII), muestra que:

Los especímenes 2166, 2167 y 1985 son idénticos, teniendo una distancia de enlace de cero, en los resultados estos números se asignan a la especie *Albireo whistleri* Barnes, 1985 (Figuras 22 y 23).

Tabla XXIII.- Características descriptivas de los perióticos de las familias Monodontidae y Albireonidae.

Característica (vista ventral).	Núm.	Perióticos						
		2165	1968	2163	2168	2166	2167	1985
Sinusoidal o Globoso*.	1	0	0	0	0	0	0	0
Coclea Grande (Pequeña*).	2	0	0	0	0	0	0	0
Canal entre el P. A. y la Co. (Ausente*).	3	0	0	0	0	0*	0	0
P. A. surcado (no surcado*).	4	1	1	1	1	1*	1	1
P.A. sencillo (con dos puntas*).	5	1	0	0	0	0*	0	0
P.P. punteado (redondeado*).	6	0	0*	0*	0	0	0	0*
P.P. grande (pequeño*).	7	1	1*	1	1	0	0	0*
P.P. rugoso (plano*).	8	0	0*	0	0	0	0	0*
Característica (vista lateral).								
Angulo entre el P.P. y el P.A. (agudo*).	9	0	0	0	0	0	0	0
P. A. plano (con prominencia*)	10	1	1	0*	1*	0*	0*	0*
Característica (vista cerebral).								
Superficie convexa (plano*).	11	0*	0	1	1	0	0	0
Meato acustico interno alargado (redondo*).	12	1	1	1	0	0	0	0
Chico o grande*	13	1	1	1	1	1	1	1

Estos especímenes están relacionados con los especímenes del género *Piscolithax* de Muison 1983b, con una distancia de enlace de 0.65; por lo que estas dos especies tienen más parecido entre ellas, que *Piscolithax* con *Phocoena*, lo que puede indicar que el género *Piscolithax* debe asociarse a la familia Albireonidae, o que tienen un ancestro común en los kentriontinos y que se requiere una mayor revisión de estos géneros.

·Familia Monodontidae:

La Familia Monodontidea actualmente tiene dos representantes vivos *Delphinapterus leucas* (Palas, 1776) y *Monodon monoceros* Linnaeus, 1758 que habitan en lagunas costeras del Ártico (Jefferson et al 1993). Los representantes fósiles de esta familia se encuentran en el género *Denebola* Barnes 1984, reportada en los depósitos sedimentarios de la Formación Almejas inferior, en Isla Cedros, Baja California, México.

Kasulla, 1973 sugirió que el delfín *Orcaella* del Indopacífico no es un delfínido, pero que está más relacionado con la beluga, *Delphinapterus*. Esto sugiere que los fósiles de la familia Monodontidae del Mioceno Tardío, podrían esperarse que fuera encontrado en muchas partes diferentes del mundo (Barnes et al, 1985). Hasta este momento no se ha descrito ningún organismo que muestre esta derivación, pero las características craneales muestran que probablemente hay una relación entre ambos géneros.

Se asignan 5 especímenes a este género, de los cuales uno es idéntico a *D. brachycephala*, el cual está relacionado con elementos esqueléticos, otro presenta

un cráneo y un periótico, el siguiente corresponde a un cráneo, y dos corresponden a perióticos. Este es el grupo al cual se asignan más cráneos, quizás por que estas especies tenían un tamaño grande, en comparación con los otros odontocetos ya descritos, dificultando el ser comida por otros organismos y el ser desmenbrada por los procesos de corriente y oleaje.

Los dos cráneos de *Denebola* sp difieren del cráneo del holotipo de *D. brachycephala* por ser más estrechos, más alargados, y por tener un periótico menos bulboso. Estas características son más primitivas, similares a las que conserva la beluga actual. Los especímenes fueron descubiertos en capas estratigráficas superiores a la del Holotipo, lo cual sugiere que el género *Denebola* presenta variación en su linaje durante el Mioceno Tardío.

Utilizando el análisis estadístico de agrupación tipo cluster (Figura 32), con las características descriptivas de los perióticos (Tabla XXIII), se encontró que:

Los especímenes 2165 y 1968 son muy parecidos, con una distancia de enlace de 0.05, el espécimen 1968 es muy parecido al del holotipo de *Denebola brachycephala*, por lo que estos especímenes se consideran de la misma especie.

Los especímenes 2163 y 2168 se agrupan con una distancia de enlace de 0.15, en los resultados se asignan a especies diferentes por tener una diferencia muy marcada en la superficie cerebral del periótico, nombrándolas como *Denebola* morfotipo I y *Denebola* morfotipo II respectivamente. Estos dos últimos morfotipos se agrupan con el grupo de *D. brachycephala* con una distancia de enlace de 0.3, por lo que tienen un parecido que probablemente las agrupa dentro de un mismo género tal vez como una especie distinta (Figuras 26, 27 y 32).

Este grupo del género *Denebola* se agrupa con el género *Albireo*, con una distancia de enlace de 0.9 (Figura 32), lo que probablemente indica que estos dos grupos tienen poca relación o tal vez tuvieron un ancestro común, por lo que se propone una revisión de este grupo.

Dos o tres especies de *Denebola* se asignan a los depósitos sedimentarios de la Formación Almejas inferior, lo que sugiere que la familia Monodontidae se diversificó durante el Mioceno Tardío de Baja California México.

En general el dendograma muestra dos grandes grupos, el primero de la subfamilia Phocoeninae y la subfamilia Phocoenoidinae. El segundo de las familias Albireonidae y Monodontidae, además de que se relacionan con el género *Piscolithax* con una distancia de enlace de 4.15 y que sugiere que pueden quedar ubicados dentro de la misma superfamilia Delphinoidea. La presencia de *Piscolithax* dentro del segundo grupo, muestra una mayor relación de este género con las familias Albireonidae y Monodontidae, por lo que se propone que el género *Piscolithax* sea una subfamilia de la familia Albireonidae (Figura 33).

Relación con otras Formaciones:

La fauna de odontocetos de la capa hueso de Sharktooth Hill, en Kern County California E.U.A. está representada por dos especies de la familia Physeteridae, *Scaldicetus sp* y *Aulophyseter morricei* Kellogg, 1927; un platanistoideo de la familia Acrodelphidae, *Squalodon errabundus* (Kellogg, 1931); 6 especímenes de la familia Kentriodontidae, *aff Kampholophos*, *Liolithax kemensis* Kellogg, 1931, *Kentriodon obscurus* (Kellogg, 1931), *Grypolithax pavida* Kellogg, 1931,

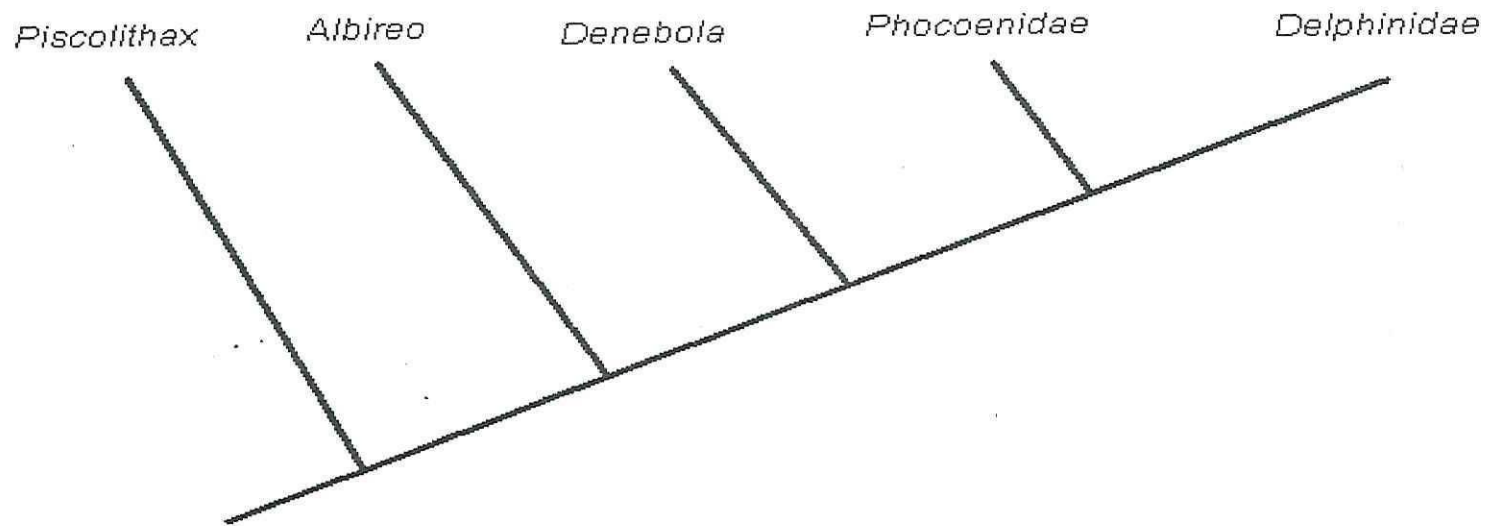


Figura 33.- Diagrama de árbol representativo de las relaciones sistemáticas de los odontocetos reportados para la Formación Almejas inferior (Mioceno Tardío) en Isla Cedros, B.C.

Lamprolithax simulans Kellogg, 1931, *L. annectens* Kellogg, 1931; y 5 especímenes de la familia Phocoenidae *Loxolithax sinuosa* Kellogg, 1931, *Incertae sedis*, *Oedolithax mira* Kellogg, 1931, *Nannaolithax gracilis* Kellogg, 1931, y *Platylithax robusta* Kellogg, 1931 (Barnes, 1994) (Tabla XXIV).

Tabla XXIV.- Especies de odontocetos reportados para Sharktooth Hill, Ca, U.S.A. y para la Formación Almejas inferior, Baja California, México.

	Sharktooth Hill	Almejas inferior
Acrodelphidae	<i>Squalodon errabundus</i>	
Kentriodontidae	<i>Kampholophos</i> sp. <i>Liolithax kernensis</i> <i>Kentriodon obscurus</i> <i>Lamprolithax simulans</i>	
Phocoenidae	<i>Loxolithax sinuosa</i> <i>Oedolithax mira</i> <i>Nannaolithax gracilis</i> <i>Platylithax robusta</i>	<i>Piscolithax terdfordi</i> <i>P. boreios</i> <i>Piscolithax</i> morfotipo I <i>Piscolithax</i> morfotipo II <i>Piscolithax</i> morfotipo III <i>Phocoena</i> morfotipo I <i>Phocoena</i> morfotipo II <i>Phocoena</i> morfotipo III <i>Phocoena</i> morfotipo IV <i>Phocoena</i> morfotipo V
Physeteridae	<i>Scaldicetus</i> sp <i>Aulophyseter morricei</i>	<i>Physeter</i> sp <i>Praekogia cedrosensis</i>
Monodontidae		<i>Denebola brachycephala</i> <i>Denebola</i> morfotipo I <i>Denebola</i> morfotipo II
Albireonidae		<i>Albireo whistleri</i>
Pontoporidae		<i>Parapontoporia pacifica</i>

La ocurrencia de abundante cantidad de fósiles vertebrados en una capa hueso, relativamente delgada en Sharktooth Hill, despierta muchas especulaciones sobre su forma de acumulación, pocos invertebrados, y ninguna otra planta más que fragmentos de madera han sido encontrados en esa capa. Este hecho es de todos el que más impresiona ya que el área ha sido sistemáticamente prospectada para la colecta de los fósiles desde 1853. Hanna, 1930 en Mitchell, 1965, también estableció que los animales abundantes pudieron haber tenido su muerte en un intervalo de tiempo muy corto, y que el ancho prolongado de los depósitos indicó que éstos no fueron atrapados en una bahía angosta, sino en lagunas extensas de la costa del Pacífico de Norte América. Del número de cráneos jóvenes o embriones de la Ballena de Esperma *Aulophyseter morricei* Kellogg, 1927, encontrado en una trinchera de Sharktooth Hill, infiere que el área fue un lugar de nacimiento (Mitchell, 1965).

En comparación con la fauna de odontocetos de la Formación Almejas inferior (Figura 34), la notable diferencia entre ambas asociaciones faunísticas de cetáceos odontocetos, sugiere que corresponden a ambientes sedimentarios diferentes y que en base a sus diferencias estratigráficas no presentan relación.

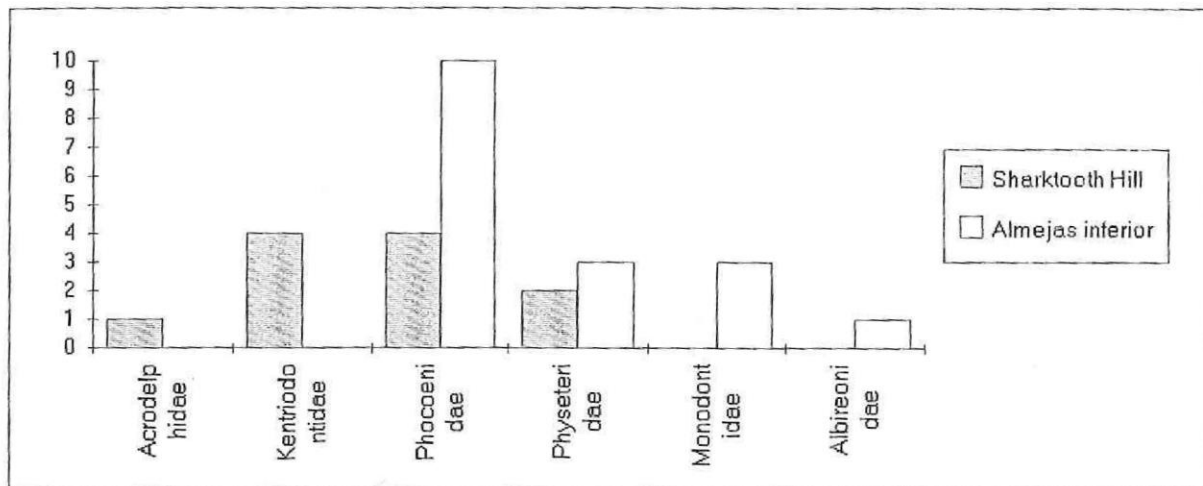


Figura 34.- Especies por familia de odontocetos reportados en Sharktooth Hill y la Formación Almejas inferior.

La fauna de odontocetos en la Formación Calvert se caracteriza por ser de los depósitos más ricos del mundo de fósiles de ballena y marsopas. Cerca de una docena de clases ha sido identificada, incluyendo a cachalotes, squalodontes, y marsopas de corto y largo pico. Pero la gran mayoría de esta fauna no está ubicada sistemáticamente, por lo que se necesita una revisión.

Esta formación tiene reportadas dos especies de la familia Squalodontoidea, *Squalodon atlanticus* y *S. protervus*; seis especies del género *Priscodelphinus*, *P. gabbi*, *P. ruschenbergeri*, *P. lacertosus*, *P. crassangulum*, *P. uraeus*, y *P. grandaevus*; cinco especies del género *Ixacanthus*, *I. conradi*, *I. stenus*, *I. spinosus*, *I. atropius*, y *I. coelospondylus*; la especie *Cetophis heteroclitus*; dos especies del género *Delphinodon*, *D. mento* y *D. leidy* los cuales no se han podido ubicar taxonómicamente dentro de una familia; dos especies de la Superfamilia Platanistoidea del género *Zarhachis*, *Z. flagellator* y *Z. tysonii*; un espécimen de la

familia Rhabdosteidae (familia Squalodontoidea), *Rhabdosteus latiradix*; un espécimen de la familia Kentriodontidae, *Lophocetus calvertensis* y un espécimen de la familia Phyceteridea, *Orycterocetus crocodilinus* según lo establecido por Hopkins en 1904.

Morgan en 1994, señala que la fauna Agrícola del Mioceno Medio tardío, contiene un ziphiido, *Megalodelphis magnidens* Kellog, 1944; un phyceterido, *Scaldicetus*; el kentriontido, *Lophocetus*; y tres especies que aun no se han podido ubicar sus taxas, *Delphinodon mento* y *Hadrodelphis sp.*

En comparación con la Formación Almejas inferior, se obtiene que la fauna de la Formación Calvert contiene más especies de la familia Platanistoidea, se relacionan directamente con aguas costeras, y con los representantes de la familia Phyceteridae que habita en aguas costeras y profundas. La Formación Calvert representa un ambiente de borde de plataforma continental, pero la gran mayoría de las especies reportadas en la Formación Calvert no están ubicadas taxonómicamente, lo que dificulta el poder llegar a una conclusión.

Para la Formación Calvert se reporta *Lophocetus*, un kentriontido que tiene cierta relación con *Albireo whistleri*, esta relación. Quizás esta relación pueda establecer el origen de la familia Albireonidae, por lo que se requiere una mayor revisión de estos géneros. Barnes (1978) realiza una revisión de los géneros *Lophocetus* y *Liolithax*, estableciendo que ambos deben ser asignados a la familia Kentriodontidae, respectivamente en las subfamilias Lophocetinae y Kampholophinae.

Los huesos perióticos del holotipo de *Lophocetus calvertensis* Harlan, con el número USNM 16314, difiere del holotipo de *Albireo whistleri* Barnes, 1984 número UCR 21246, en tener un proceso anterior más largo y más ancho, el meato acústico interno es alargado hacia el proceso anterior, y el proceso posterior es más ancho. Lo que posiblemente indica que el antecesor del género *Albireo* pudo haber sido *Lophocetus*.

IX.- CONCLUSIONES

•Para la Formación Almejas inferior (Mioceno Tardío) en Isla Cedros, Baja California, México, se describen un total de 25 especímenes fósiles de odontocetos. De los cuales, nueve especímenes corresponden a cuatro morfotipos estrechamente relacionados a *Phocoena sinus* y a *P. phocoena*, de la subfamilia Phocoeninae; tres corresponden a un morfotipo estrechamente relacionado a *Austrolophocoena dioptrica*, en la subfamilia Phocoenoidinae. Los doce corresponden a una familia aún no nombrada, de los cuales del género *Piscolithax*, uno corresponde a *Piscolithax boreios*, tres a un morfotipo estrechamente relacionado a este género, tres especímenes se asignan a la especie *Albireo whistleri*, tres especímenes corresponden a *Denebola brachycephala* y dos corresponden a morfotipos del mismo género. Y uno se asigna a la familia Physteridae, género y especie indeterminados.

•De los especímenes fósiles encontrados de cetáceos odontocetos, las partes esqueléticas que mayor se preservaron, fueron las vértebras y los huesos perióticos, siendo los huesos perióticos los de mayor utilidad para la clasificación taxonómica.

•Los fósiles colectados en las campañas de 1992, 1993 y 1994 en la Formación Almejas inferior de Isla Cedros, Baja California, México, corresponden a las superfamilias Delphinoidea y a la Physterioidea y nos indican que la Formación Almejas inferior, corresponde a un ambiente sedimentario costero de plataforma angosta, con la posible cercanía de un cañón submarino.

- La subfamilia Phocoeninae es la que mayor número de especímenes y morfotipos tiene asignados, mostrando la abundancia y diversidad de este grupo durante el Mioceno Tardío en Isla Cedros, Baja California, México.

- El ancestro de la subfamilia Phocoeninae, aún no ha podido ser determinado, pero posiblemente no está asociado o emparentado con el género *Piscolithax*.

- El género *Piscolithax* de Muison, 1983b, no muestra relación con la familia Phocoenidae, como se había propuesto es necesaria una revisión de este género.

- El género *Denebola* presenta una clara tendencia a la diversificación durante el Mioceno Tardío de Baja California, México. Y probablemente durante el Mioceno Tardío comenzó su diversificación, dando lugar a las Belugas, las Ballenas Piloto y las Orcas.

- La subfamilia Albireonidae existió únicamente en el Mioceno Tardío, y por sus características morfológicas sea posiblemente el representante más primitivo de los Delphinoidea. Y su origen se encuentra en los depósitos de la Formación Almejas inferior.

- Al comparar los especímenes de la Formación Almejas inferior, la Formación Calvert y los depósitos sedimentarios de Sharktooth Hill, no se encontró ninguna especie que pudiera ser correlacionada. Lo que sugiere que corresponden a diferentes ambientes sedimentarios, tal vez debido a su ubicación geográfica, dando como resultados diferentes comunidades biológicas.

X.- REFERENCIAS:

- 📖 Aranda-Manteca, F.J.. (1990). Aspectos paleoceanográficos y paleoecológicos de los fósiles del Mioceno, Mesa La Misión, Baja California, México. *Rev. Soc. Mex. Paleont.* 3(1): 97-116.
- 📖 Aranda-Manteca, F.J.. (1994). Vertebrados marinos fósiles del Mioceno, Mesa La Misión, Baja California, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas (UABC). Ensenada, Baja California, México. 204 pp.
- 📖 Aranda-Manteca, F.J. y Barnes, L.G.(1994). Nuevos especímenes de la beluga fósil, *Denebola* Barnes, 1984 (Cetacea, Monodontidae), de Isla Cedros México. Reunión Internacional sobre Geología de la Península de Baja California, Ensenada, B.C.
- 📖 Barnes, L.G. (1977). Outline of Eastern North Pacific fossil cetacean assemblages. *Systematic Zoology*, 25(4):321-343.
- 📖 Barnes, L.G. (1978). A review of *Lophocetos* and *Liolithax* and their relationships to the delphinoid family Kentriodontidae (Cetacea:Odontoceti). Natural History Museum of Los Angeles County. *Science Bulletin* 28, 35pp.
- 📖 Barnes, L.G. (1984a). Search for the First Whale Retracing the Ancestry of Cetaceans. *Oceans*.
- 📖 Barnes, L.G. (1984b). Fossil Odontocetos (Mammalia: Cetacea) from the Almejas Formation, Isla Cedros, México. *PaleoBios*, 42:1-53.

- 📖 Barnes, L.G. (1985b). Evolution, taxonomy and Antitropical distributions of the porpoises (Phocoenidae, mammalia). Marine Mammal Science, 1(2):149-165.
- 📖 Barnes, L.G. (1985c). Fossil Pontoporiid Dolphins (Mammalia: Cetacea) from the Pacific coast of North America. Contributions in Science, 363:1-34.
- 📖 Barnes, L.G. (1985d). The late Miocene Dolphin *Pithanodelphis* Abel, 1905 (Cetacea: Kentriodontidae) from California. Contributions in Science, 353:1-23.
- 📖 Barnes, L.G. (1992). The fossil marine vertebrate fauna of latest Miocene Almejas Formation, Isla Cedros, Baja California, México. p. 147-166; en Carrillo Chavez A. y A. Alvarez Arrellano, eds. Primera Reunión Internacional sobre Geología de la Península de Baja California. Memorias UABCS, La Paz, B.C.S. 116p.
- 📖 Barnes, L.G. , D.P. Domning, and C.E. Ray. (1985). Status of studies on fossil marine mammals. Marine Mammal Science, 1(1): 16-26.
- 📖 Barnes, L. G. and Mitchell, E. (1984). *Kentriodon obscurus* (Kellogg, 1931), a fossil Dolphin (Mammalia: Kentriodontidae) from the Miocene Sharktooth Hill Bonebed in California. Contributions in Science, 353:1-23.
- 📖 Brownell, R.L. (1975). *Phocoena dioptrica* Lahille, 1912. Mammalian Species, 66:1-3.
- 📖 Brownell, R.L. (1983). *Phocoena sinus*, Norris and McFarland, 1958. Mammalian Species, 198:1-3.

- Carroll, R.L. (1988). *Vertebrate Paleontology and Evolution*. W. H. Freeman and Company. New York. 698 pp.
- Fordyce, R.E. and Barnes, L.G. 1994. The evolutionary history of whales and dolphins. In Wetherill G.W. ed. 1994 Annual Review of Earth and Planetary Science, Vol 22, pp. 419-455.
- Gascón-Romero, G.A. (1997). *Ballenas Barbadas (Cetacea:Misticeti) del Mioceno de dos localidades en Baja California, México*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Marinas (UABC), Ensenada, México. 241pp
- Gaskin, D.E., P.W., Arnold, and B. A. Blair. (1974). *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758). Mammalian Species, 66:1-3.
- Gingerich P.D., N.A.Wells, D.E. Russell, and S. M. Ibrahim Shah. (1983). Origin of Whales in Epicontinental Remnant Seas: Next Evidence from the Early Eocene of Pakistan. Science, 220(4595): 403-406.
- Gottfried, M.D. Bohaska, D.J., and Whitmore, F. (1994). Miocene Cetaceans of the Chesapeake Group. Contributions in Marine Mammal Paleontology, 29: 229-238.
- Harrison, R. (1988). *Whales, Dolphins and Porpoises*. Facts on File Publications. New York. 235 pp.
- Hernández-Rosado, A.E.(1995). Interpretación Paleoecológica de la Asociación de Vertebrados Fósiles Reportada para la Formación Almejas Inferior (Mioceno Tardío) en Isla de Cedros, Baja California, México. Tesis

de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. UABC. Ensenada, Baja California, México. 100 pp.

- 📖 Ichishima, H., Barnes, L.G., Fordyce, R.E., Kimura, M., and Bohaska, D.J. 1994. A review of kentriodontine dolphins (Cetacea; Delphinoidea; Kentriodontidae): Systematic and biogeography. *The Island Arc* (1994) 3: 486-492.
- 📖 Jefferson, T.A., S. Leatherwood, and M.A. Webber. (1993). *Marine mammals of the world. FAO species identification guide.* Rome, FAO, 320 pp.
- 📖 Kilmer, H. F. (1977). Reconnaissance geology of Cedros Island, Baja California, Mexico: *So. Calif. Acad. Sci. Bull.* 76:91-98.
- 📖 Kilmer, H. F. (1984). *Geology of Cedros Island, Baja California, México.* Humboldt State University. Arcata, California. 69 pp.
- 📖 Laza, J. (1984). *Técnicas de Campo en Paleontología de Vertebrados.* Com. Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino", Argentina, 1(2):1-72.
- 📖 Maryland Geological Survey. *Miocene. Plates* (1904). The Johns Hopkins Press, Baltimore, 127 pp.
- 📖 Maryland Geological Survey. *Miocene. Text* (1904). The Johns Hopkins Press, Baltimore, 543 pp.
- 📖 Mitchell, E. (1965). *History of research at Sharktooth Hill.* Kern County, California, Museum of Paleontology, University of California, Berkeley and Vertebrate Paleontology, Los Angeles County Museum, 45 pp.

- 📖 Morgan, G. (1994). Miocene and Pliocene Marine Mammal Faunas from the Bone Valley Formation of Central Florida. Contributions in Marine Mammal Paleontology, 29: 239-268
- 📖 Perrin, W. (1975). Variation of Spottled and Spinner Porpoise (genus *Stenella*) in the Eastern Pacific and Hawaii. *Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California*, 21:8-12.
- 📖 Purves, P.E and Pilleri, G.E. (1983). *Echolocation in Whales and Dolphins*. Academic Press, London, 261pp.
- 📖 Rensberger, J. (1969). A new Iniid Cetacean from the Miocene of California. *University of California Publications in Geological Sciences*, 82:1-43.
- 📖 Van Valen, L..(1968). Monophyly or Diphyly in the origin of whales. *Evolution* 22:37-41.
- 📖 Whitmore, F. (1994). Neogene Climatic Change and the Emergence of the Modern Whale Fauna of the North Atlantic Ocean. Contributions in Marine Mammal Paleontology, 29:223-227.

ANEXO

Sistemática de las especies de odontocetos reportadas para Isla Cedros, Baja California, durante las campañas 1992, 1993, y 1994.

Suborden Odontoceti Flower, 1867

Superfamilia Delphinoidea (Gray, 1821) Flower, 1864

Familia Albireonidae Barnes, 1984b

Subfamilia Albireodinae Barnes, 1984b

Albireo whistleri Barnes, 1984b

Familia Monodontidae Gray, 1821

Subfamilia Delphinapterinae Gill, 1871

Denebola brachycephala Barnes, 1984b

Denebola sp morfotipo I

Denebola sp morfotipo II

Familia Phocoenidae (Gray, 1825) Barnes, 1984b

Subfamilia Phocoenoidinae Barnes, 1984b

Piscolithax boreios Barnes, 1984b

Piscolithax sp morfotipo I

Piscolithax sp morfotipo II

Piscolithax sp morfotipo III

Subfamilia Phocoeninae (Gray, 1825) Barnes, 1984b

Phocoena sp morfotipo I

Phocoena sp morfotipo II

Phocoena sp morfotipo III

Phocoena sp morfotipo IV

Phocoena sp morfotipo V

Superfamilia Physeteroidea (Gray, 1821) Gill 1872

Familia Physeteridae Gray 1821

Género y especie indeterminados